



**Polícia Federal e a atuação estratégica frente
a distribuição espacial dos crimes ambientais
no Brasil**

Alexandre Lourenço Pauli

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas
de Informação Geográfica

Polícia Federal e a atuação estratégica frente a distribuição espacial dos crimes ambientais no Brasil

Dissertação orientada por
Professor Doutor Marco Painho
Coorientador Doutor Franco Perazzoni

29 de setembro de 2021

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE

Declaro que o trabalho contido neste documento é de minha autoria e não de outra pessoa. Toda a assistência recebida de outras pessoas está devidamente assinalada e é efetuada referência a todas as fontes utilizadas (publicadas ou não).

O trabalho não foi anteriormente submetido ou avaliado na NOVA *Information Management School* ou em qualquer instituição.

Brasília, 29 de setembro de 2021.

Alexandre Lourenço Pauli

[a versão assinada pelo autor encontra-se arquivada nos serviços da NOVA IMS]

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor e orientador doutor Marco Painho, por sua dedicação a formação de seus alunos e pelo inestimável auxílio na elaboração desse trabalho.

Ao doutor Franco Perazzoni por coorientar esse trabalho, por incentivar e dedicar sua atenção e tempo a ensinar e aconselhar.

Agradeço ao colega Agostinho Cascardo Jr pelo incentivo, apoio incondicional e entusiasmo com esse estudo.

Aos meus pais, pela formação desde a tenra infância, sempre incentivando meus estudos.

A minha família, esposa e filhos, pelo apoio e por entenderem minhas ausências e dedicação ao mestrado.

Assim, manifesto meu sincero agradecimento a todos que de alguma forma contribuíram para esse estudo, pessoas cujo apoio e atenção foram de máxima importância.

RESUMO

A Polícia Federal brasileira tem como uma das suas mais importantes tarefas apurar crimes ambientais no Brasil, dispondo de delegacias distribuídas por todo o território nacional para realização dessa relevante missão. No Brasil a questão ambiental é tratada de forma precípua pela Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, denominada Lei de Crimes Ambientais. Assim, desde a sua vigência, são realizadas investigações para apurar fatos com relevância criminal. Os sistemas informáticos da Polícia Federal permitem agregar dados estatísticos georreferenciados sobre essas apurações. Esses dados podem ser objeto de análises tática e estratégica de forma eficiente com a utilização dos modernos Sistemas de Informação Geográfica. Em que pese os investimentos da Polícia Federal em detecção remota, o uso de Sistemas de Informação Geográfica para a análise criminal e tomada de decisão é incipiente, não sendo exploradas todas as ferramentas disponíveis para planejar a atuação do órgão. Assim, este trabalho objetiva demonstrar a aplicação estratégica dos Sistemas de Informação Geográfica nessa importante tarefa de garantir a investigação criminal, permitindo aos gestores utilizar um conhecimento geospacial relevante para planejar e decidir de forma criteriosa as ações de enfrentamento dos crimes ambientais no Brasil.

ABSTRACT

The Brazilian Federal Police has as one of its most important tasks to investigate environmental crimes in Brazil, having police stations distributed throughout the national territory to carry out this important mission. In Brazil, the environmental issue is addressed primarily by Federal Law No. 9,605, of February 12, 1998, called the Environmental Crimes Law. Thus, since its validity, investigations have been carried out to investigate facts with criminal relevance. The Federal Police's computer systems allow for the aggregation of geo-referenced statistical data on these investigations. These data can be efficiently analyzed tactically and strategically with the use of modern Geographic Information Systems. In spite of the Federal Police's investments in remote detection, the use of Geographic Information Systems for criminal analysis and decision-making is incipient, and not all the tools available to plan the agency's performance are being explored. Thus, this work aims to demonstrate the strategic application of Geographic Information Systems in this important task of ensuring criminal investigation, allowing managers to use relevant geospatial knowledge to carefully plan and decide actions to confront environmental crimes in Brazil.

PALAVRAS-CHAVE

Análise criminal

Crimes ambientais

Polícia Federal

Sistemas de Informação Geográfica

KEYWORDS

Criminal analysis

Environmental crimes

Federal Police

Geographic Information Systems

ACRÓNIMOS

ALB	Amazônia Legal Brasileira
ANM	Agência Nacional de Mineração
ANP	Academia Nacional de Polícia
CF88	Constituição Federal brasileira de 1988
CGPFAZ	Coordenação-Geral de Polícia Fazendária
CPB	Código Penal Brasileiro
CSIG	Ciência e Sistemas de Informação Geográfica
DICOR	Diretoria de Investigação e Combate ao Crime Organizado
DIP	Diretoria de Inteligência Policial
DTI	Diretoria de Tecnologia da Informação e Inovação
ePol	Sistema de Gestão da Atividade de Polícia Judiciária
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
GEOINT	Geointeligência – GEOINT
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBM	<i>International Business Machines Corporation</i>
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INTELIGEO	Sistema de Inteligência Geográfica
NGA	<i>National Geospatial-Intelligence Agency</i>
PF	Polícia Federal
SIG	Sistemas de Informação Geográfica

ÍNDICE DO TEXTO

AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
PALAVRAS-CHAVE	vii
KEYWORDS	viii
ACRÓNIMOS	ix
ÍNDICE DO TEXTO.....	x
ÍNDICE DE TABELAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Área de estudo.....	4
1.2. Objetivos.....	6
1.3. Hipóteses de trabalho	8
1.4. Estrutura do documento.....	8
2. A CIÊNCIA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E A GESTÃO POLICIAL	9
2.1. O SIG como apoio a tomada de decisão	9
2.2. Sistemas de Informação Geográfica - SIG	10
2.3. Análise Criminal	16
2.4. Geointeligência – GEOINT.....	17
3. A POLÍCIA FEDERAL (PF)	20
3.1. Contexto	20
3.2. Estrutura e atribuição da Polícia Federal	20
3.3. Polícia Federal e os crimes ambientais	24
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26

4.1 Revisão de Literatura.....	26
4.2 Recolha e pré-processamento dos dados	27
4.3 Análise exploratória dos dados de criminalidade ambiental	30
4.4 Análise de incidentes	35
4.5 Análise 80/20	35
4.6 Análise Percent Change	36
4.7 <i>Dashboard</i> de crimes ambientais na PF	37
5. <i>POLÍCIA FEDERAL E A ATUAÇÃO ESTRATÉGICA FRENTE A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS CRIMES AMBIENTAIS NO BRASIL</i>	38
5.1. Análise exploratória dos dados de criminalidade ambiental	40
5.2 Análise de incidentes	43
5.3 Análise 80/20	46
5.4 Análise Percent Change	49
5.5 <i>Dashboard</i> de crimes ambientais na PF	53
6. <i>CONCLUSÃO</i>	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Operações da PF sobre crimes ambientais (exemplos). Fonte: Própria. .	2
Tabela 2: Dados geográficos do Brasil. Fonte: Própria.	4
Tabela 3: Polícia Federal – crimes ambientais de 2015 a 2019. Fonte: Própria.	26
Tabela 4: Projeção da população brasileira em 2018. Fonte: Própria.	29
Tabela 5: Dados estatísticos das circunscrições da PF. Fonte: Própria.....	31
Tabela 6: Polícia Federal – apurações por ordem de incidência. Fonte: Própria. ...	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Unidades da Polícia Federal no Brasil. Fonte: Própria.....	1
Figura 2: Mapa do Brasil – regiões. Fonte: Própria.....	5
Figura 3: Componentes de um SIG. Fonte: Adaptada de (Longley <i>et al.</i> , 2015).....	12
Figura 4: Ciclo de Inteligência. Fonte: Adaptado de NGA, 2018.	17
Figura 5: Componentes da GEOINT. Fonte: Perazzoni, 2012.	18
Figura 6: Estrutura organizacional da Polícia Federal. Fonte: Própria.	21
Figura 7: Circunscrições da SR/PF/SP. Fonte: Própria.....	23
Figura 8: Amazônia Legal Brasileira e Amazônia Internacional. Fonte: Própria.....	25
Figura 9: Total de Inquéritos Instaurados pela PF até 10/09/2021. Fonte: Própria.	29
Figura 10: Relação entre habitantes e área de circunscrição. Fonte: Própria.	31
Figura 11: Histograma da Distribuição de área por circunscrição. Fonte: Própria...	32
Figura 12: Histograma da distribuição da população/circunscrição da PF. Fonte: Própria.	33
Figura 13: Relação apurações de crimes ambientais e habitantes por unidade da PF. Fonte: Própria.	34
Figura 14: Gráfico de incidência de crimes ambientais entre 2015 e 2019. Fonte: Própria.	41
Figura 15: Análise de incidentes referente aos crimes ambientais entre 2015 e 2019, por unidade da PF. Fonte: Própria.....	43
Figura 16 : Análise de incidentes por 100 mil habitantes, referente aos crimes ambientais entre 2015 e 2019, por unidade da PF. Fonte: Própria.....	45
Figura 17: Análise 80/20 – Apurações de crimes ambientais da PF por circunscrição entre 2015 e 2019. Fonte: Própria.	47
Figura 18: Análise 80/20 – Apurações de crimes ambientais da PF por circunscrição em 2019. Fonte: Própria.	48
Figura 19: Inquéritos de crimes ambientais por Unidade da Polícia Federal em 2017. Fonte: Própria.	50
Figura 20: Inquéritos de crimes ambientais por Unidade da Polícia Federal em 2019. Fonte: Própria.	51
Figura 21: <i>Percent change</i> de apurações da Polícia Federal entre 2017/2019. Fonte: Própria.	52

Figura 22: Modelo de dados estruturado para o <i>dashboard</i> Ambiental. Fonte: Própria.	54
Figura 23 – <i>Dashboard</i> Ambiental referente as apurações de 2015 a 2019. Fonte: Própria.	54
Figura 24: <i>Dashboard</i> Ambiental, Minas Gerais, apurações de 2015 a 2019. Fonte: Própria.	55
Figura 25: <i>Dashboard</i> Ambiental, Amazônia Legal Brasileira, apurações de 2015 a 2019. Fonte: Própria.	56

1. INTRODUÇÃO

A Polícia Federal brasileira (PF) tem como uma das suas mais importantes tarefas apurar crimes ambientais, dispondo de delegacias distribuídas por todo o território nacional para realização dessa relevante missão (*Constituição Federal do Brasil*, 1988). O mapa a seguir demonstra essa distribuição:



Figura 1: Unidades da Polícia Federal no Brasil. Fonte: Própria

No Brasil está em vigência a Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, denominada Lei de Crimes Ambientais. Essa norma, ao regular dispositivo da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CF88), causou impactos positivos para a preservação ambiental, facilitando a prevenção e o combate aos atos lesivos ao meio ambiente, sendo considerada um marco legislativo (Lima and Serrano, 2020).

Assim, desde a sua promulgação, são realizadas investigações para apurar os fatos com relevância criminal e trazer à Justiça aqueles que causam danos ambientais (*Polícia Federal - crimes ambientais*, 2020). A tabela abaixo, referente ao período em estudo, exemplifica esse tipo de atuação especial da Polícia Federal:

Operações em crimes ambientais (exemplos)		
Ano	Operação Policial	Objeto
2015	Enredados	Investigar crimes contra a fauna, especialmente a pesca ilegal e desarticular organização criminosa que atuava junto ao Ministério da Pesca e Aquicultura/MPA e ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (Polícia Federal, 2015).
2016	Lignum	Investigar crimes contra a flora e combater a prática de crimes ambientais ligados à extração, ao transporte e a comercialização ilegal de madeira proveniente da Terra Indígena Alto Turiaçu, no noroeste do Maranhão (Polícia Federal, 2016).
2017	Concisor	Investigar crimes contra a flora, coibindo crimes ambientais no estado do Pará ligados a ação ilegal de madeiras e corrupção de funcionários públicos (Polícia Federal, 2017).
2018	Bertholletia	Investigar crimes contra a flora, visando desarticular organização criminosa dedicada à exploração ilegal de madeira da área de preservação da Floresta Nacional do Jacundá, em especial na região da Vila Nova Samuel, distrito de Candeias do Jamari/RO (Polícia Federal, 2020a).
2019	Ojuara	Investigar crimes contra a flora, desarticular organização criminosa dedicada a crimes ambientais, responsável por extensos desmatamentos no sul do Amazonas, lavagem de dinheiro e corrupção, praticados em tese por servidores administrativos, por policiais militares e por grandes pecuaristas da região sul do Estado do Amazonas. (Polícia Federal, 2019)

Tabela 1: Operações da PF sobre crimes ambientais (exemplos). Fonte: Própria.

A preocupação com o meio ambiente é histórica, havendo uma constante evolução de normativos sobre a matéria desde o século XVII (Garvão and Baia, 2018). Entretanto, esse trabalho tem por escopo estatísticas criminais recentes, centradas na Lei dos Crimes Ambientais, destacando a importância desses dados para a atividade de gestão policial, especialmente com uso do SIG para análise e visualização através de mapas.

Saber a distribuição dos crimes ambientais pelo Brasil é de suma importância para a atividade policial. Assim, os sistemas de polícia judiciária da Polícia Federal permitem agregar dados estatísticos georreferenciados sobre as apurações, sendo possível acrescentar dados de latitude e longitude as ocorrências policiais (*Polícia Federal - ePol*, 2016).

O sistema de polícia judiciária utilizado atualmente pela Polícia Federal é o Sistema de Gestão de Atividade de Polícia Judiciária (ePol), o qual permite que todas as investigações tramitem em meio eletrônico. Além disso, em atenção à sustentabilidade, possibilita uma economia anual estimada em quatorze milhões de folhas de papel com o término da impressão integral dos procedimentos policiais (*Polícia Federal - ePol*, 2016).

O período destacado para este estudo abrange as apurações do órgão realizadas entre os anos de 2015 e 2019, ou seja, dados sobre a criminalidade recente no Brasil.

Realizar o estudo com base em inquéritos policiais possibilita a utilização de dados com mais apurados sobre os incidentes criminais, pois esses iniciam com a decisão fundamentada da autoridade policial ao efetuar uma prisão, analisar uma requisição para instauração, verificar o registro de uma ocorrência ou validar o resultado de trabalho rotineiro de investigação (Capez, 2010).

Deveras o número de apurações utilizado no estudo não se refere tão somente a simples registros de ocorrências policiais, mas sim ao resultado da análise jurídica da autoridade policial ao formalizar uma investigação.

Há que se ressaltar que as análises tática e estratégica desses dados têm maior eficiência com a utilização dos SIG. A primeira buscando avaliar os incidentes criminais recentes na busca de padrões para melhor enfrentamento do problema atual. A segunda utilizando métodos geoestatísticos com o escopo

de verificar as apurações ao longo do tempo para avaliar a eficácia da atuação da força de segurança pública (Rodrigues and Painho, 2018).

Em que pese os investimentos da Polícia Federal em detecção remota, o uso de SIG para a análise criminal e tomada de decisão ainda é incipiente, não sendo exploradas todas as ferramentas disponíveis para gestão estratégica do órgão. Situação que a ser superada, como pretende se demonstrar no presente trabalho.

1.1. Área de estudo

O Brasil tem um vasto território, com uma área de 8.510.345,538 Km², sendo esse o tamanho do desafio da PF no cumprimento de sua missão de “exercer as atribuições de polícia judiciária e administrativa da União, a fim de contribuir na manutenção da lei e da ordem, preservando o estado democrático de direito” (Polícia Federal, 2021a). A tabela a seguir contém os dados geográficos relevantes para o estudo:

TERRITÓRIO BRASILEIRO			
Área total (km²)	8.510.345,538		
Pontos externos	Latitude	Longitude	Localização
Norte	+05°16'19"	-60°12'45"	Nascente do Rio Aliã (RO)
Sul	-33°45'07"	-53°23'50"	Arroio Chuí (RS)
Leste	-07°09'18"	-34°47'34"	Ponta do Seixas (PB)
Oeste	-07°32'09"	-73°59'26"	Nascente do Rio Moa (AC)
Municípios	Quantidade		
Brasil	5.570		
- Norte	450		
- Nordeste	1794		
- Sudeste	1688		
- Sul	1191		
- Centro-Oeste	467		

Tabela 2: Dados geográficos do Brasil. Fonte: Própria.

Interessante esclarecer que, em razão da evolução do SIG, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mantém ajustes periódicos na área de superfície do Brasil, para adequar limites territoriais e dimensionar

corretamente o país, suas fronteiras com outras nações, limites estaduais e municipais (IBGE, 2021b).

Os crimes ambientais ocorrem em todo o território brasileiro, assim a área de estudo para análise criminal compreende a distribuição desses crimes pelo Brasil. A atuação da Polícia Federal ocorre em todo território nacional, portanto, importante demonstrar em mapa o Brasil e suas regiões:



Figura 2: Mapa do Brasil – regiões. Fonte: Própria.

Nesse aspecto, há que se ter claro que as áreas pertencentes ou de interesse da União são extensas, estando localizadas em todas as regiões do Brasil, locais em que a PF deve atuar com exclusividade para prevenir ou solucionar crimes ambientais, imputando autoria e materialidade (*Constituição Federal do Brasil*, 1988) .

Necessário ressaltar que essa previsão legal não afasta a responsabilidade do órgão em agir em toda a extensão territorial brasileira, pois os produtos obtidos com o crime ambiental nas áreas de interesse da União transitam pelo país e suas fronteiras, assim como o fazem os responsáveis por essas ações criminosas.

Dessa forma, há que se manter a área de estudo em todo o território nacional, pois é nesse vasto território que o gestor terá que tomar suas decisões, cotejando as atribuições do órgão policial com os escassos recursos públicos disponíveis.

Nesse aspecto, uma melhor compreensão da distribuição dos crimes em todo território brasileiro é imprescindível para as ações táticas e estratégicas das Polícia Federal, podendo os gestores direcionar o efetivo e equipamento adequados as necessidades locais (Silva, 2015).

1.2. Objetivos

Os órgãos de segurança pública normalmente têm um conhecimento apurado de seus locais de atuação, desenvolvido pelo acúmulo de experiências dos policiais em seus mais diversos níveis de ação. Essa conhecimento tácito pode parecer vantajoso, mas é difícil repassar esse saber aos novos policiais (Leandro, 2018).

Essas dificuldades estão ainda mais presentes quanto tratamos de crimes ambientais, nos quais a área de atuação é tão extensa e complexa é difícil compreender essa temática (Ghignone, 2007).

Nesse aspecto, as organizações constantemente se preocupam em como transmitir o conhecimento tácito e explícito para formar a cultura organizacional, facilitando a gestão do conhecimento (Faria, 2011).

A fim de atingir um nível de conhecimento adequado é necessário investir em gestão da informação, permitindo o armazenamento, análise e transmissão dos conhecimentos com apoio da ciência da informação (Morales and Cândido, 2018).

O Brasil tem em seu vasto território 5.570 (cinco mil, quinhentos e setenta) municípios, com dimensões diversas de áreas e populações (IBGE - *Municípios*, 2020).

Assim, idealizar estratégias e táticas para atuar frente aos crimes ambientais no país é um desafio para a Polícia Federal.

Em razão disso é importante que os gestores tenham dados e conhecimentos adequados para elaborar táticas e o planejamento estratégico do órgão (Máximo, 2004).

Esse trabalho objetiva utilizar as diversas ferramentas de análise criminal disponíveis no SIG para compreender o fenômeno criminal ambiental. Esses métodos são muito relevantes e permitem visualizar melhor os resultados das análises ao apresentar mapas temáticos sobre a modalidade criminosa em estudo.

Utilizar esse novo ferramental permite propor, através do presente estudo, uma modelo de interface de visualização temática, destacando o potencial da aplicação de *dashboard* georreferenciado no processo de gestão da Polícia Federal.

Neste aspecto, se destaca o modelo proposto em Portugal, através do projeto SIM4SECURITY, sendo essa uma proposta científica para utilização de soluções tecnológicas de apoio à decisão para melhorar a eficácia das forças de segurança (Painho and Rodrigues, 2018).

Nesta esteira, este trabalho objetiva demonstrar a aplicação estratégica dos Sistemas de Informação Geográfica e da Inteligência Geospacial no importante desafio de realizar a investigação criminal.

Assim, visa evidenciar que a aplicação prática dessa moderna ciência traz vantagens estratégicas aos gestores da Polícia Federal, pois esses passam a deter um conhecimento geospacial relevante para tomada de decisão de forma criteriosa sobre o enfrentamento dos crimes ambientais no Brasil.

1.3. Hipóteses de trabalho

A apresentação dos aspectos iniciais do trabalho, respectiva área de estudo e seus objetivos permitem formular as seguintes hipóteses de estudo:

- ✓ A prevenção e a investigação dos crimes ambientais podem ser mais eficazes com a apresentação de mapas temáticos para demonstrar a distribuição espacial dessas ocorrências no território brasileiro.
- ✓ O SIG detém ferramentas de análise criminal que podem auxiliar os gestores da Polícia Federal na tomada de decisão ao apresentar um conhecimento geoespacial relevante de forma dinâmica e acessível, destacando-se o potencial de aplicação de um *dashboard* georreferenciado.
- ✓ Os escassos recursos públicos podem ter melhor emprego, com a sua alocação correta no território nacional, através de análises geoespaciais que permitam planejar e decidir de forma criteriosa as ações de enfrentamento dos crimes ambientais no Brasil.

1.4. Estrutura do documento

O presente estudo está estruturado em seis capítulos, nos quais são apresentados os conceitos iniciais, desenvolvido o tema e apresentada a conclusão do estudo.

O primeiro capítulo está dedicado a introduzir e apresentar de forma ampla o trabalho desenvolvido, objetivos, a área de estudo e hipóteses aplicáveis.

No segundo capítulo apresenta-se uma breve revisão da literatura sobre os temas propostos, ressaltando-se a importância do espaço geográfico e a atividade de segurança pública, bem como sobre a criminalidade no Brasil. Nesse ponto, a enfoque no SIG e na modelação da criminalidade. Por fim, as possibilidades de aplicação desse novo ferramental e sua importância estratégica para o enfrentamento dos crimes ambientais no Brasil.

O terceiro capítulo, seguindo o objetivo deste trabalho, busca inicialmente apresentar a Polícia Federal brasileira, sua estrutura, atuação como polícia judiciária e atribuições constitucionais. Segue apresentando brevemente as

atividades da Polícia Federal no combate aos crimes ambientais e encerra mostrando a importância do SIG para a tomada de decisões estratégicas no órgão.

No quarto capítulo apresenta-se os materiais e métodos utilizados para modelar e analisar a criminalidade, os dados e suas variáveis.

O quinto capítulo dedica-se a ressaltar a importância das ferramentas SIG para auxiliar a tomada de decisão dos gestores da Polícia Federal, permitindo a atuação estratégica frente a distribuição espacial dos crimes ambientais no Brasil. São apresentados dados reais sobre a criminalidade histórica e recente, 2015 a 2019, e sua distribuição no espaço e no tempo. Em síntese, as possibilidades de aplicação prática das ferramentas de análise criminal em benefício da investigação criminal.

Nesse ponto, apresenta-se uma proposta de interface de visualização temática, destacando o potencial da aplicação de *dashboard* no processo de gestão da Polícia Federal. Atualmente a utilização está voltada para a área de correições, mas pode ser ampliada para a área estratégica da segurança pública.

As conclusões do estudo desenvolvido são apresentadas no último capítulo.

2. A CIÊNCIA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E A GESTÃO POLICIAL

2.1. O SIG como apoio a tomada de decisão

O acentuado desenvolvimento tecnológico principalmente na recolha de dados e nos meios de comunicação modificou o ambiente para a tomada de decisão. Atualmente os gestores policiais não podem confiar somente na intuição para decidir sob pena de comprometer a instituição policial. Dessa forma, devem dispor de ferramentas adequadas para tratar um grande fluxo de dados, contextualizar com o espaço de atuação do órgão policial e produzir informações de inteligência hábeis a gestão (Pintro, Vianna and Varvakis, 2016).

O SIG pode ser considerado um importante sistema de apoio a decisão em razão de sua capacidade de reunir, armazenar, manipular, referenciar espacialmente e exibir informações em uma interface de fácil visualização, representada por mapas temáticos e suas várias camadas. (Ribeiro, 2020)

A dimensão do território brasileiro e a distância entre as unidades da Polícia Federal são desafios a serem enfrentados pelo gestor quando da aplicação dos recursos públicos. Nesse aspecto, contar com informações geoespaciais relevantes para decisões estratégicas é primordial à atividade decisória da instituição policial (Silva, 2015).

Na PF há constante investimento em modernas tecnologias e capacitação dos recursos humanos para acompanhar a dinâmica atual das informações e permitir uma atuação adequada de seus servidores em todos os níveis hierárquicos. Nesse sentido, a instituição estabeleceu uma “visão de futuro” adequada aos seus desafios. Um conceito apto a descrever um estado futuro ambicioso, que exprime em sua essência uma conquista estratégica desejada e valorosa para a organização, sendo assim expressa: “Tornar-se referência mundial em Ciência Policial” (Morales and Cândido, 2018).

O emprego do SIG surge como essencial para especializar o conhecimento, garantir a eficiência do trabalho policial e permitir a obtenção de informações geoespaciais adequadas para tomada de decisões a favor da segurança pública. (Painho and Rodrigues, 2018)

Nesse contexto, a Polícia Federal pode moldar sua atuação estratégica no combate aos crimes ambientais na medida em que os seus níveis adequados de gestão receberem informações precisas, econômicas e céleres sobre a distribuição espacial dessa modalidade criminosa no território brasileiro, sendo essa a proposta desse estudo.

2.2. Sistemas de Informação Geográfica - SIG

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) pode ser conceituado como “um conjunto coerente de hardware, software, dados e pessoal, destinados a adquirir, armazenar, atualizar, manipular, analisar e apresentar informação georreferenciada” (Gaspar, 2008).

Assim, o SIG pode ser considerado como uma interface de integração de programas e equipamentos especializados de computação com os dados geográficos, os quais permitem a utilização de métodos específicos para análise de base de dados espaciais.

O resultado dessa análise é a obtenção de informação relevante sobre determinada ocorrência ou fenômeno, pois o SIG possibilita a visualização e a manipulação dos dados espaciais, o que de outra forma não seria possível (Perazzoni, 2012).

O dado espacial é um dos elementos essenciais de um SIG, pois todas os fenômenos ocorrem em algum lugar, que pode ser determinado por suas coordenadas geográficas. A distribuição espacial de determinado evento pode revelar muitas de suas características, incluindo tendências de repetição de incidência. Assim, o SIG é uma ferramenta prática e muito importante, pois permite produzir conhecimento sobre o fenômeno e sua localização no espaço e tempo (Longley *et al.*, 2015).

Os eventos a serem considerados nesse estudo são representados pelo número de apurações de crimes ambientais registradas na Polícia Federal entre 2015 e 2019, georreferenciados pela circunscrição de cada unidade do órgão policial, pois esse é o nível de detalhamento disponível para pesquisa.

Os bancos de dados da Polícia Federal demonstram claramente o interesse do gestor em saber o que ocorre em suas unidades descentralizadas, sendo então essa a referência com grande disponibilidade de dados para pesquisa criminal dessa instituição pública.

Há que se ter claro que a circunscrição de uma unidade da PF é conceituada como sendo sua área geográfica de atuação, a ser definida pelas instituições policiais.

A divisão do território em circunscrições é feita por interesses administrativos, visando a melhor setorização geográfica, permitindo o adequado gerenciamento dos órgãos policiais (Capez, 2010).

O SIG ao permitir a integração dos dados estatísticos referentes aos crimes ambientais, com as suas respectivas circunscrições, pode proporcionar uma maior qualidade na tomada de decisão pelos gestores da instituição policial, pela

perspectiva de possuir informações relevantes para alocação de recursos conforme a necessidade de cada unidade (Silva, 2015).

O conhecimento dos elementos componentes de um SIG, permite a melhor compreensão de sua estrutura e integração, conforme pode ser representado graficamente na figura a seguir:



Figura 3: Componentes de um SIG. Fonte: Adaptada de (Longley *et al.*, 2015)

A Polícia Federal tem presente em sua estrutura os elementos essenciais para obter os benefícios da utilização rotineira de um Sistema de Informações Geográficas, podendo desenvolver investigações e inovar na gestão com o uso dessa ferramenta especializada, conforme podemos destacar a seguir.

2.2.1 Recursos Humanos

A escolha e capacitação dos recursos humanos são muito importantes em todas as organizações. Assim, a PF seleciona seus servidores policiais em rigoroso concurso público, realizado em etapas de conhecimento e de capacidade física, sendo exigida a formação universitária.

As carreiras policiais são compostas pelos seguintes cargos: Delegado, Perito Criminal, Agente, Escrivão e Papiloscopista. A esses somam-se os agentes administrativos concursados, funcionários da iniciativa privada contratados e estagiários.

A fim de formar e manter seus quadros atualizados através de capacitação contínua o órgão mantém de forma permanente a Academia Nacional de Polícia (ANP), instituição de ensino que desenvolve cursos presenciais e a distância (*Portal Internet da ANP*, 2021).

Nesse aspecto, pode-se idealizar, coma forma de melhorar a capacitação dos servidores em SIG, tornar a Ciência e Sistemas de Informação Geográfica (CSIG) uma disciplina prevista na formação dos policiais na ANP e disponibilizar cursos a distância sobre a matéria de forma permanente e acessível a todos.

2.2.2 Hardware e Software

O órgão possui estrutura de SI/TI centralizado na Diretoria de Tecnologia da Informação e Inovação (DTI), sendo essa responsável pelas estratégias do órgão quanto a aquisição e manutenção do *software* e *hardware* utilizados pela Polícia Federal. Essa, gerencia, planeja e coordenadas as atividades de inovação tecnológica, comunicação e tecnologia da informação essenciais as atividades do órgão policial (Polícia Federal, 2020b).

Em razão das extensas atribuições da Polícia Federal são necessários investimentos constantes para ampliar a capacidade computacional e adquirir ou desenvolver novos *softwares*.

Nesse aspecto os investimentos em SIG têm difícil estimativa, pois os equipamentos, em sua maioria, são adquiridos para garantir o funcionamento integral do órgão e em benefício de todos os seus projetos, os quais por sua dimensão necessitam de grande capacidade de processamento de dados.

O equipamento individual padrão dos policiais federais e um *Ultrabook ThinkPad 7480*, com processador *Intel® Core™ i5*, com 8 Gb de memória RAM (expansível) e armazenamento de 256 Gb SSD. A esses equipamentos básicos são fornecidos, conforme a necessidade, equipamentos mais robustos, com

processador *Intel® Core™ i7*, com 16 Gb de memória RAM (expansível) e armazenamento de 1 Tb. Todos os computadores são configurados para utilizar vários écrans, sendo usual três monitores de vídeo por estação de trabalho.

Quanto a segurança das informações, são utilizados modernos recursos para armazenamento de dados. Atualmente é utilizada uma sala-cofre da DTI em Brasília. Esse sistema blindado protege o *data center* da PF, resistindo a altas temperaturas, condições adversas de umidade, incêndio, arrombamento, gases corrosivos, explosão convencional e magnética (*Salas-cofre estão prontas para armazenar informações de segurança da Copa —MJSP*, 2014).

Assim, as possibilidades de utilização do SIG na Polícia Federal não estão limitadas pela falta de equipamentos adequados, mas tão somente pelo interesse em sua utilização. Vale lembrar que existe projeto de *software* livre que também é utilizados na atividades policial, como exemplo, o QGIS, um Sistema de informação Geográfica livre e aberto (*Projeto QGIS*, 2021).

A área de perícias da Polícia Federal desenvolveu ao longo dos anos o Sistema de Inteligência Geográfica – INTELIGEO, sendo esse um sistema web com base em SIG, programado pra auxiliar os peritos criminais na elaboração de laudos periciais e na gestão dos dados produzidos (*INTELIGEO*, 2021).

Esse sistema teve seu lançamento em 2010 com a premissa de se tornar o sistema de sensoriamento remoto da PF, mas restou principalmente centrado na elaboração de dados periciais. É ambientado na Intranet da PF, contendo mais de 800 (oitocentas) camadas de dados vetoriais e 3 Tb de dados, principalmente imagens de alta resolução. A sua estrutura é composta por software livre (Linux, Apache, Geoserver, Postgre SQL/PostGis, Drupal) e componentes proprietários da família ArcGIS Servi da ESRI (*Projeto ALOS: Lançamento Oficial do INTELIGEO*, 2010).

2.2.3 Dados

Os projetos que utilizam a capacidade de um SIG têm como parte mais onerosa a aquisição dos dados e do *software* especializado, custos que devem ser minimizados quanto estamos falando em órgão público. Há algumas maneiras de se obter dados de forma menos onerosa, principalmente através de

convênios com outras instituições públicas e com a utilização de plataformas gratuitas nacionais e internacionais. A PF, por exemplo, utiliza dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e da Agência nacional de Mineração (ANM). Importante destacar que o INPE produz seus próprios dados através de seus satélites das séries CBERS e Amazônia (*DIDGI/INPE — Divisão de Geração de Imagens*, 2021),(*SIGMINE — Agência Nacional de Mineração*, 2015).

Em que pese os dados gratuitos disponíveis ao órgão ainda há investimento em aquisição de dados. No período em estudo estava em vigência um contrato com a empresa *Space Imaging* Brasil Produtos e Representações S.A. (SIB), iniciado em 2015, com renovações anuais por até cinco anos. O investimento foi de aproximadamente 300 mil EUR anuais para ter acesso ao acervo de imagens dos satélites QUICKBIRD, WORDVIEW 1, 2 e 3, bem como do GEOEYE (*Contrato Nº 42/2016 - - DITEC/PF*, 2016).

Em 2020 a Polícia Federal passou a coordenar e operacionalizar o acesso a imagens de satélite de altíssima resolução para as forças de segurança pública brasileiras através do Programa Brasil M.A.I.S. (Meio Ambiente Integrado e Seguro), projeto estratégico do Ministério da Justiça e Segurança Pública (*Programa Brasil M.A.I.S.*, 2020). O contrato tem um amplo objeto de acesso a imagens de satélites e geração de alertas automáticos sobre mudanças ambientais no território brasileiro, nos seguintes termos:

“Contratação de serviço de natureza continuada, sem dedicação exclusiva de mão de obra, de Licenciamento e fornecimento de imagens diárias de resolução 3 metros ou melhor, ortorretificada e dados de satélite para uma área de interesse de 8.602.763,98 km² com alertas de detecção de mudanças baseados em imagens diárias e respectivo relatório analítico, por um período de 12 meses, incluindo para essa área de interesse: acesso ilimitado à plataforma para visualização das imagens diárias (atual e acervo desde Jul/2017), visualização dos mosaicos mensais RGB (atual e acervo desde Jul/2017), e para uso da API de dados e geoserviços; fornecimento de 12 mosaicos mensais RGB; fornecimento de imagens de satélite multiespectrais ortorretificadas com 3 metros ou melhor, por download, com licença perpétua multiusuário para 6.120.000 km²; geração sobre imagens diárias de alertas

diários de detecção de mudanças (como indícios de desmatamento, alteração da cobertura vegetal, plantio de ilícitos e locais de extração mineral) sobre 1.170.858 km²; geração sobre imagens diárias de alertas semanais de detecção de mudanças (como indícios de desmatamento, alteração da cobertura vegetal, plantio de ilícitos e locais de extração mineral) sobre 2.916.710 km²; detecção mensal de indícios de construções para uma área de 8.515.767,05 km² e de vias urbanas e rurais para uma área de 4.428.199,05 km²; e detecção diárias de indícios de embarcações para uma área de 50.000 km², conforme condições, quantidades e exigências estabelecidas neste instrumento”. (Projeto Básico – Programa Brasil M.A.I.S.)

O investimento para obtenção desses dados e contratação dos serviços agregados totalizou aproximadamente 8 milhões de EUR, podendo ser renovado por até cinco anos (*Inexigibilidade de Licitação Nº 8/2020 - DITEC/PF*, 2020).

2.3. Análise Criminal

A Análise Criminal, quando voltada as atividades policiais, é definida como um conjunto de processos sistemáticos orientados a obtenção de informação relevante sobre os padrões de crime, suas correlações e tendências, como forma de apoio as áreas de gestão para o planejamento e distribuição de recursos. Visa a prevenção e supressão das atividades criminais, devendo ser fundamento para as ações estratégicas e táticas das forças de segurança pública (Gottlieb, Arenberg and Singh, 1998).

O padrão buscado na análise criminal é encontrado ao se verificar cada uma das características específicas da ocorrência, tais como hora e local. Já a tendência indica uma característica de volume de ocorrências de um fenômeno criminal e sua propensão em aumentar, manter ou diminuir seus números. Nesse aspecto é necessário verificar uma série histórica em uma determinada área geográfica para buscar padrões (Dantas and Souza, 2005).

A identificação de padrões por análise criminal e espacial torna científica a busca por previsibilidade em determinadas ocorrências criminais, estruturando a análise criminal com fundamentos na ciência, trazendo assim maior certeza ao se determinar a probabilidade de repetição de determinado crime (Silva, 2015).

A utilização de SIG é fundamental para essa análise criminal, ao possibilitar o georreferenciamento do fenômeno criminal, disponibilizando suas variáveis em mapas com camadas de informação e auxiliar de forma inovadora a gestão em segurança pública.

Assim, permite a elaboração de novas políticas, programas e planos para a prevenção e repressão a criminalidade. Nesse sentido, a fácil e rápida visualização dos padrões e tendências possibilita a localização de pontos com grande incidência de crimes, dessa forma orientando as ações da força de segurança (Dantas and Souza, 2005).

O conjunto de ferramentas de análise criminal disponíveis no SIG possibilitam aplicações práticas e úteis a compreensão da criminalidade e sua relação com o espaço geográfico circundante, bem como a sua prevenção.

2.4. Geointeligência – GEOINT

A Inteligência tem como escopo fornecer informações precisas e úteis para os tomadores de decisão, sendo representada por um ciclo contínuo de procedimentos (NGA, 2018).

A GEOINT integra esse processo como importante fonte de dados incluída no ciclo de inteligência. A figura a seguir demonstra as etapas desse processo:

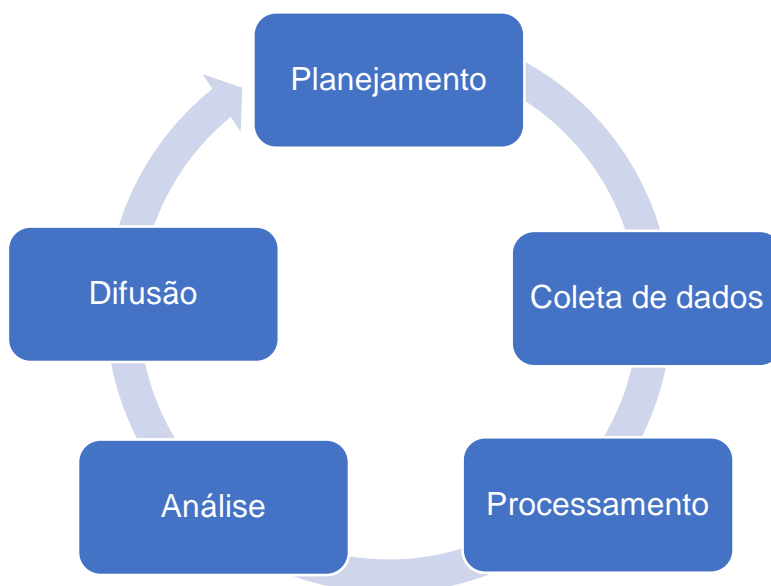


Figura 4: Ciclo de Inteligência. Fonte: Adaptado de NGA, 2018.

A Geointeligência - GEOINT é conceituada pela *National Geospatial-Intelligence Agency* - NGA como sendo a exploração e a análise de imagens, bem como informações geoespaciais para descrever, avaliar e visualmente delinear características físicas e atividades geograficamente referenciadas na Terra. Em síntese a GEOINT é composta por imageamento, inteligência de imagens e informações geográficas (NGA, 2018).

Os componentes podem ser melhor compreendidos através da figura a seguir:

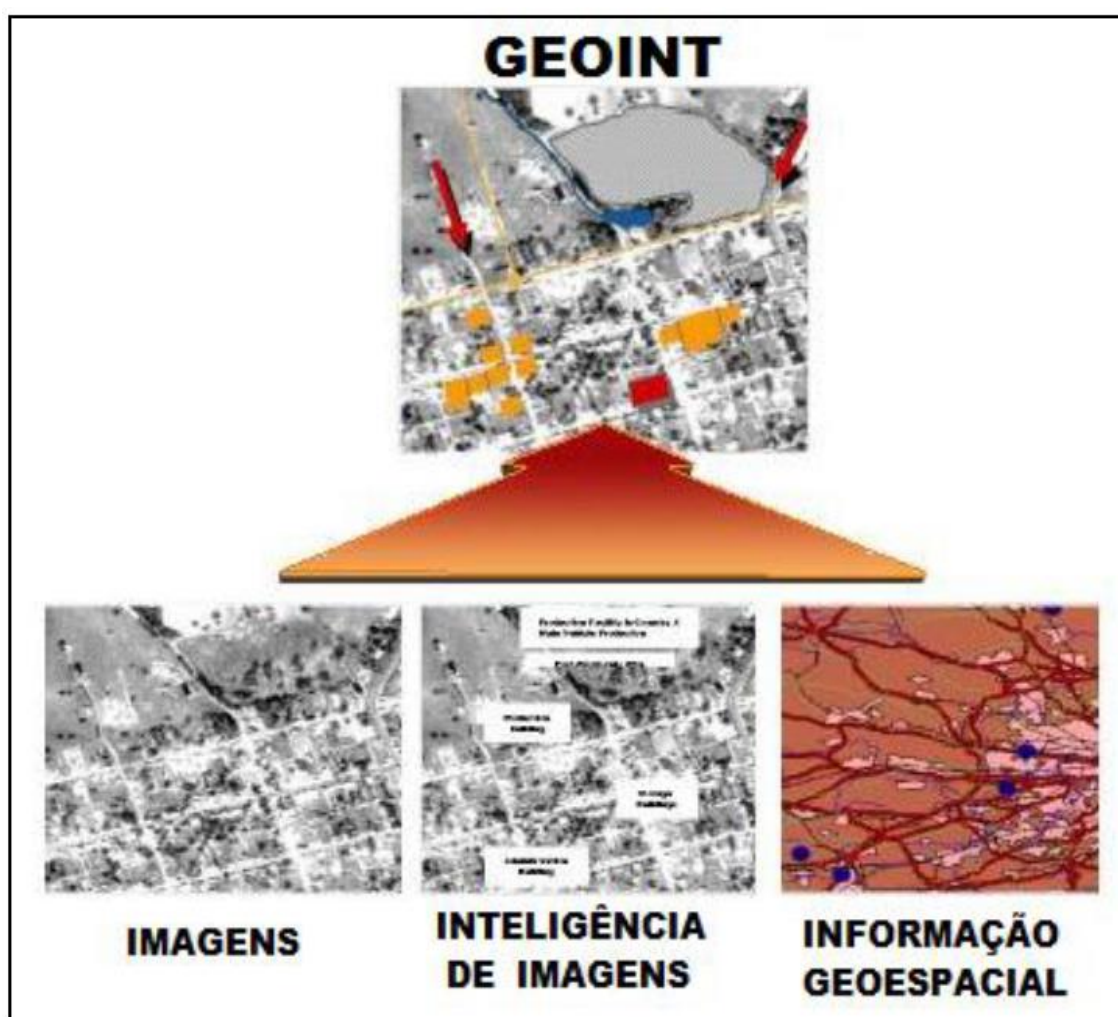


Figura 5: Componentes da GEOINT. Fonte: Perazzoni, 2012.

Nesse aspecto, as imagens de satélite sobrepõem as dificuldades operacionais causadas pela extensão territorial do Brasil e pela concentração de população na região litorânea (Silva, 2015).

Os melhores profissionais da área de segurança se notabilizam pelo conhecimento geográfico da localidade em que atuam, pois praticamente tudo que acontece, acontece em algum lugar (Longley *et al.*, 2015).

Referidos profissionais possuem um conhecimento empírico sobre o local do crime e sua vinculação com a criminalidade. Dessa forma, desenvolvem uma aprimorada habilidade em coleta de dados e produção de informação para desvendar crimes.

A Geointeligência – GEOINT tem o poder de aperfeiçoar a atuação policial, ao unir a capacidade de imageamento remoto, a geoinformação e a inteligência de imagens como forma de aprimorar a coleta de informações do local do crime (Perazzoni, 2012).

A Polícia Federal através da aplicação da GEOINT começou a perceber o valor do conhecimento geográfico e da utilização da Ciência e dos Sistemas de Informação Geográfica – CSIG como forma de acrescentar valor à prevenção, esclarecimento de crimes e gestão de recursos públicos (Silva, 2015).

No Brasil as ocorrências de crime ambiental têm se destacado de forma negativa, com considerável dispersão espacial ao longo de grandes regiões de seu território. A consolidação dos dados de 2025 a 2019, mostra que todas as unidades da PF instauraram inquéritos com base na Lei de Crimes Ambientais, nesse período (*Polícia Federal - ePol*, 2016).

Vale destacar que o uso de base de dados espaciais permite atualizar rapidamente os dados, pois tem como característica a manutenção individual de cada camada de informação.

Neste aspecto, a representação de dados através de mapas transmite de forma aprimorada o conhecimento, pois a imagem tem um poder de comunicação mais elevado do que as tabelas de dados (Chainey and Ratcliffe, 2013).

Há que se ter claro que o estudo de crimes ambientais é complexo e exige uma análise com bastante acurácia dos fatores que envolvem o fenômeno criminal (Silva, 2015).

Dessa forma, empregar técnicas de GEOINT e ferramenta SIG para análise estatística de incidência de uma tipologia criminal no tempo e espaço, com

ênfase na distribuição espacial, é um recurso de grande valia para atos de decisão imprescindíveis a diminuição da ocorrência de crimes (Longley et al., 2015).

Assim, a GEOINT proporciona ao alto nível de administração conhecimentos adequados, ou seja, com a acurácia e eficácia necessária a tomada de decisões para enfrentar os crimes ambientais no Brasil.

3. A POLÍCIA FEDERAL (PF)

3.1. Contexto

O presente trabalho tem em seu contexto a atuação da Polícia Federal quanto aos crimes ambientais no Brasil. Assim, necessário apresentar, em breves linhas, esse órgão policial, sua estrutura e atribuição, permitindo entender a atuação da instituição policial frente as características desse fenômeno criminal que atinge esta e as próximas gerações.

3.2. Estrutura e atribuição da Polícia Federal

A Polícia Federal – PF é um órgão permanente subordinado ao Ministério da Justiça e Segurança Pública no Brasil. As suas atribuições estão dispostas no artigo 144 da norma constitucional brasileira (*Constituição Federal do Brasil*, 1988).

Essa polícia especializada se destaca dos demais órgãos que compõem o aparato de segurança pública da União Federal (polícia federal, polícia rodoviária federal e polícia ferroviária federal), por exercer as funções de polícia marítima, aeroportuária e de fronteiras, bem como ter a primazia na investigação de todos os crimes federais (STF, 2018).

O dispositivo constitucional determina a atuação da Polícia Federal de forma uniforme em todo o território brasileiro e em suas fronteiras. De tal modo, para cumprir sua missão, foram criadas unidades administrativas da instituição, em consonância com o mapa geopolítico do Brasil (Polícia Federal, 2021b).

Nesse contexto, toda a unidade da federação possui em sua capital uma superintendência regional da Polícia Federal. A maioria das superintendências regionais divide a sua área de atuação em delegacias descentralizadas, localizadas em municípios de valor estratégico (Polícia Federal, 2021b). Essa figura representa a estrutura organizacional da Polícia Federal:



Figura 6: Estrutura organizacional da Polícia Federal. Fonte: Própria.

No organograma da instituição é possível visualizar os diversos níveis e suas subdivisões técnicas criadas para proporcionar uma melhor atuação do órgão, conforme seu regimento interno (MJSP, 2018).

As atividades estratégicas da Polícia Federal estão ligadas a Diretoria de Inteligência Policial (DIP), cujas informações de composição são reservadas, e a Diretoria de Investigação e Combate ao Crime Organizado (DICOR). Essas diretorias apresentam subdivisões em coordenações, divisões e setores, buscando a especialização por matéria, concentrando determinadas equipes em áreas específicas a serem desenvolvidas.

Os inquéritos policiais da área temática crime ambiental estão vinculados a DICOR e a sua Coordenação-Geral de Repressão a Crimes Contra o Meio Ambiente e Direitos Humanos. Essas unidades estratégicas contam com unidades estaduais que seguem suas diretrizes, dentro das superintendências regionais, sendo essas delegacias especializadas na matéria. Nos municípios, as delegacias descentralizadas atuam na criminalidade em geral, seguindo todas

as diretrizes estratégicas e decisões gerenciais, sem especialização por área (MJSP, 2018).

A fim de verificar a distribuição espacial dos crimes ambientais, será utilizada como referência o local do crime frente as circunscrições oficiais das 122 (cento e vinte e duas) unidades da Polícia Federal brasileira, conforme período de estudo, definidas através da Portaria n. 3997/2013 – DG/DPF, de 24 de outubro de 2013. (Polícia Federal, 2013).

Nesse ponto, há que se ter claro que, de acordo com a estrutura do órgão, o território brasileiro está dividido em 27 (vinte e sete) superintendências regionais, uma em cada unidade da federação. Essas dividem ou não o território em unidades descentralizadas.

A superintendência regional tem autoridade administrativa sobre toda a unidade da federação a que pertence e, geralmente, atribuição para investigar em parte do território (capital e cidades adjacentes).

Delegacias especializadas atuam na circunscrição da superintendência regional, com atribuição por matéria, mas com área territorial comum a sede regional.

O restante da unidade da federação pode ser dividida entre delegacias descentralizadas que atuam em todas as matérias temáticas em sua respectiva circunscrição.

Essas são dispostas em cidades estratégicas, como as que estão em polos regionais e as situadas nas fronteiras.

Um exemplo dessa divisão territorial, em circunscrições pode ser observado na estrutura da Polícia Federal em São Paulo, o estado mais populoso do Brasil.

Nessa unidade da federação está instalada a Superintendência Regional da Polícia Federal em São Paulo – SR/PF/SP, na capital São Paulo, com sua própria circunscrição territorial, que engloba a cidade em que está instalada e municípios próximos a essa região metropolitana.

A SR/PF/SP divide o restante do território da unidade da federação em 15 (quinze) delegacias descentralizadas, sendo essas apontadas por um código referente ao município e a unidade da federação em que estão instaladas.

Seguindo o código temos as seguintes designações para delegacias especializadas pertencentes a Superintendência Regional da Polícia Federal em São Paulo (SR/PF/SP): quais sejam, DPF/ARU/SP (Araçatuba), DPF/AQA/SP (Araraquara), DPF/BRU/SP (Bauru), DPF/CAS/SP (Campinas), DPF/CZO/SP (Cruzeiro), DPF/JLS/SP (Jales), DPF/MII/SP (Marília), DPF/PCA/SP (Piracicaba), DPF/PDE/SP (Presidente Prudente), DPF/RPO/SP (Ribeirão Preto), DPF/STS/SP (Santos), DPF/SJE/SP (São José do Rio Preto), DPF/SJK/SP (São José dos Campos), DPF/SSB/SP, (São Sebastião) e DPF/SOD/SP (Sorocaba).

A figura a seguir demonstra essa estrutura:

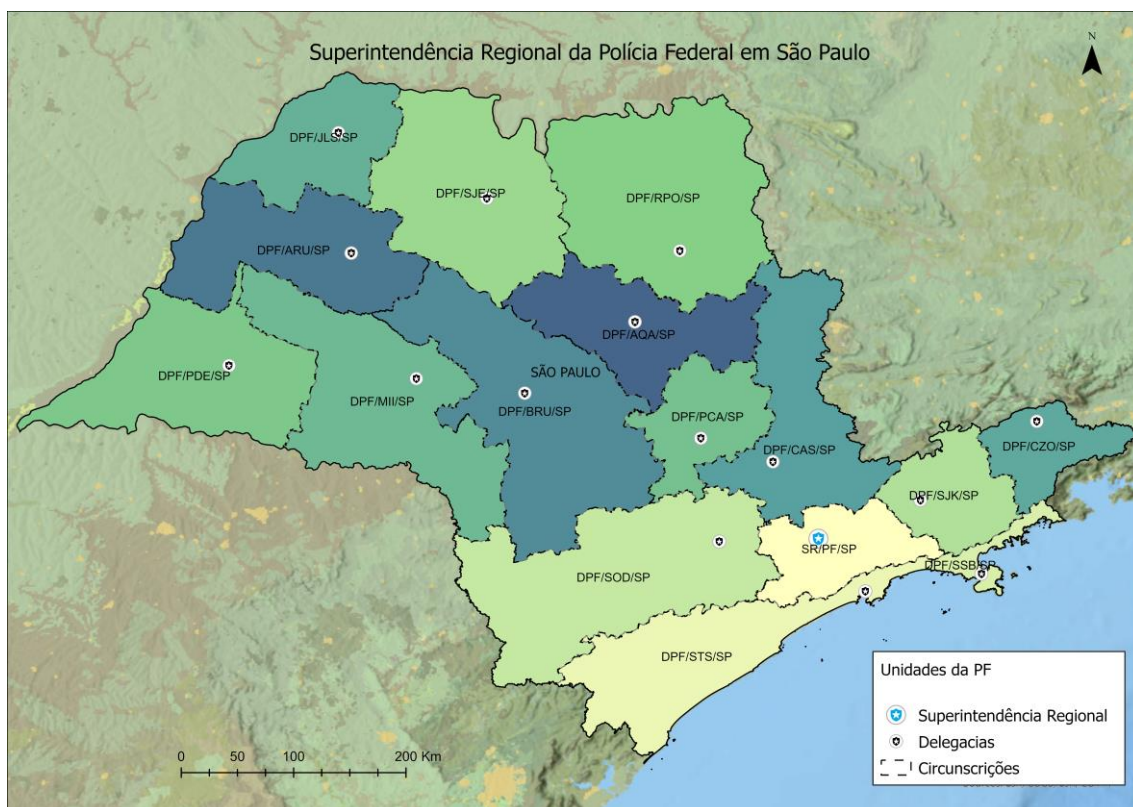


Figura 7: Circunscrições da SR/PF/SP. Fonte: Própria.

Assim, no país, durante o período em estudo estavam distribuídas 95 (noventa e cinco) delegacias descentralizadas. Essas vinculadas administrativamente a respectiva superintendência regional da Polícia Federal, mas com circunscrição própria, ou seja, área geográfica específica em que tem atribuição para investigar crimes.

3.3. Polícia Federal e os crimes ambientais

A aplicação prática dos conhecimentos disponibilizados pela Ciência e SIG na Polícia Federal, principalmente a GEOINT, está presente em algumas operações policiais de enfrentamento aos crimes ambientais na região amazônica há mais de uma década.

Assim, pode-se destacar, entre essas investigações com o uso de recursos especiais, a Operação Jurupari, desenvolvida entre 2008 a 2010, na qual foram utilizadas técnicas investigativas clássicas e GEOINT para comprovar fraudes e ilícitos ambientais vinculados ao desmatamento ilegal na Amazônia (Perazzoni, 2012).

A missão da instituição policial em prevenir crimes ambientais de sua atribuição é grandiosa, pois somente atuar nos casos previstos em lei, dentro da área da Amazônia Legal Brasileira (ALB), compreende auxiliar na prevenção e combater a criminalidade na maior floresta tropical do mundo (Diniz *et al.*, 2015).

A esse esforço da PF na região, juntam-se os demais órgãos de fiscalização e de segurança pública, dentro de suas respectivas atribuições, pois a missão da PF é investigar somente os crimes ambientais federais dessa região.

Em razão da relevância da floresta para o planeta, há constante clamor internacional para a preservação da floresta amazônica.

O Brasil, a fim de resguardar a soberania e preservar o meio ambiente, criou o conceito político de Amazônia Legal Brasileira, delimitando a área de interesse nacional estratégico nesse vasto bioma.

Nessa área são planejadas políticas públicas moldadas para para o desenvolvimento regional sustentável, com ênfase no monitoramento da floresta, através de órgãos de fiscalização e ação das forças de segurança.

A extensão da ALB equivale a cinquenta e nove por cento do território brasileiro, com uma superfície aproximada de 5.015.067,75 km² (IBGE, 2021a). A dimensão aproximada da região amazônica pode ser melhor percebida através de um mapa:



Figura 8: Amazônia Legal Brasileira e Amazônia Internacional. Fonte: Própria.

A par da relevante missão da Polícia Federal na amazônia somam-se as demais atribuições de investigação de crimes ambientais em áreas de atribuição desse órgão de segurança pública por todo o território brasileiro. Nesse aspecto,

foram instauradas pela instituição, no país, 20.539 (vinte mil, quinhentos e trinta e nove) apurações de crimes ambientais no período de 2015 a 2019, conforme dados obtidos com a COGER, referidos na seguinte tabela:

Investigações de Crimes Ambientais 2015 a 2019					
Polícia Federal	20.539				
Objeto da investigação	2015	2016	2017	2018	2019
Crimes contra a Fauna	925	1177	1124	782	698
Crimes contra a Flora	1322	1674	1565	1495	1580
Poluição e outros Crimes Ambientais	1596	1439	1330	1182	1160
Ordenamento Urbano e Patrimônio Cultural	193	134	88	103	124
Crimes contra a Administração Ambiental	144	193	155	211	145

Tabela 3: Polícia Federal – crimes ambientais de 2015 a 2019. Fonte: Própria.

Os dados de instauração de investigação são importantes para a tomada de decisão, mas os números absolutos sem qualquer tratamento geoestatístico ou ferramenta de visualização pouco revelam aos gestores. Os dados devem ser processados e apresentados em forma de informações relevantes sobre essa modalidade criminosa, preferencialmente através de mapas (Loureiro, 2012).

Assim, a análise do número de apurações de crimes ambientais em relação a área de atuação das unidades da PF, a ser desenvolvida com o uso de SIG é importante para o gestor determinar a forma de atuação do órgão frente a distribuição espacial dos crimes ambientais no Brasil, o que se objetiva evidenciar ao longo desse estudo.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Revisão de Literatura

O estudo iniciou com a revisão da literatura sobre a matéria, utilizando os repositórios disponíveis para pesquisa na Internet e as obras disponibilizadas durante o curso a fim de compreender o SIG, a análise criminal e a atuação do órgão de segurança pública envolvido no processo de apurações de crimes ambientais.

As palavras-chaves para a pesquisa, envolveram a estratégica de busca pelos termos “SIG”, “GEOINT”, “CRIMES AMBIENTAIS”, “POLÍCIA FEDERAL e “ANÁLISE CRIMINAL”. No curso dessa pesquisa foram encontrados bons resultados, principalmente com a combinação dos termos já referidos nos mecanismos de busca.

Assim, houve a avaliação qualitativa e a seleção dos trabalhos científicos e artigos publicados, principalmente os desenvolvidos como exemplo de aplicação do SIG nas áreas de GEOINT, segurança pública e gestão.

Os materiais selecionados, incluindo publicações em sítios institucionais da Internet de referência ao tema, como os canais oficiais do IBGE, IBAMA e Polícia Federal, serviram de base teórica para elaboração do presente trabalho, estando devidamente referenciados ao longo do texto, através da utilização do programa *Mendeley Desktop*, e descritos ao final do estudo em tópico próprio.

4.2 Recolha e pré-processamento dos dados

As estatísticas oficiais sobre número de ocorrências policiais normalmente são utilizadas no Brasil para buscar um retrato da situação da criminalidade e da segurança pública, porém há que se tratar esses registros administrativos com a devida prudência, tendo em vista as suas limitações de validade e integridade (Costa and Lima, 2017).

Assim, na abordagem inicial do presente estudo, houve a análise quantitativa e qualitativa das apurações criminais e não de simples ocorrências policiais. Dessa maneira, foram acessados dados dos procedimentos investigativos da Polícia Federal desde o início da vigência da atual legislação ambiental, em 1998, até o ano de 2020 (*Lei nº 9605/98 - Lei dos crimes ambientais*, 1998). Após, tendo em vista a dinâmica da criminalidade, foram selecionados e extraídos dados sobre as apurações criminais no período de 2015 a 2019. Há que se ter claro que esses números resultam da análise dos incidentes em que a autoridade policial decidiu haver fundamentos para iniciar a investigação de crime previsto na lei dos crimes ambientais.

Os dados referentes ao número de instauração de apurações criminais têm vantagem qualitativa sobre as simples ocorrências policiais, pois são o resultado do trabalho policial inicial de análise das comunicações de crimes. Essa etapa está a acolher as características necessárias para validar e ter como confiável a estatística criminal, ou seja, respeito as mesmas categorias, registros mutuamente exclusivos e classificação exaustiva (Costa and Lima, 2017).

Nesse sentido, quando da instauração dos inquéritos policiais, os incidentes são classificados na mesma categoria, mediante sistema padronizado, ou seja, tipificação provisória na legislação penal brasileira, assim se investiga um fato criminoso conforme respectivo artigo na lei. Também há o cuidado de se evitar a repetição de investigação sobre o mesmo fato, mesmo que esse tenha sido registrado como ocorrência ou comunicado por mais de uma vez para a PF. Por fim o sistema de análise de ocorrências é exaustivo, pois a autoridade policial tem o dever de instaurar inquéritos policiais para todas as comunicações de crimes de sua atribuição.

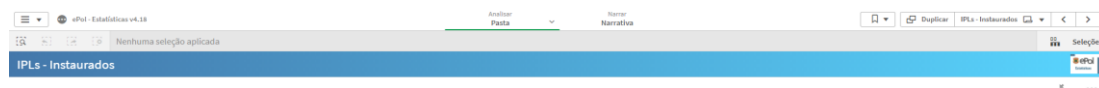
Em razão da qualidade da análise dos dados para instaurar uma apuração é possível afirmar que um inquérito policial de crime ambiental contém no mínimo um crime dessa matéria a ser investigado, ou seja, ao menos um incidente a ser analisado. Essa é uma premissa válida para a população de dados de instauração, referente as unidades da PF e suas respectivas circunscrições.

Os dados de apurações foram acessados e extraídos mediante autorização administrativa da Corregedoria-Geral da Polícia Federal (processo SEI/PF n. 08200.016127/2020-58), através da ferramenta “Qlik® Sense Business”, no painel “ePol – Estatísticas versão 4.2.”.

Nessa plataforma de visualização de dados é possível ter acesso aos dados estatísticos gerados durante a instauração de cerca de um milhão e trezentos mil investigações realizadas pela Polícia Federal ao longo dos últimos vinte anos, sem comprometer o sigilo de seus documentos armazenados no ePol (COGER/PF, 2021).

Os dados podem ser filtrados e ampliados para melhor visão do usuário sobre o número de instaurações de inquéritos ao longo dos anos, suas áreas e demais dados de interesse, sendo utilizado precipuamente para fins

correicionais e não de gestão. O sistema permite destacar somente um dado de interesse, por exemplo, o número total de inquéritos cadastrados no sistema, nos últimos vinte anos, sem a necessidade de estabelecer outros parâmetros:



IPLs Instaurados

1.332.212

Figura 9: Total de Inquéritos Instaurados pela PF até 10/09/2021. Fonte: Própria.

Quanto aos dados sociodemográficos, esses foram obtidos no site do IBGE, sendo estimativas para o ano 2018, as quais estão disponíveis ao público em geral (*Estimativas da População - IBGE, 2018*):

Projeção da População Brasileira em 2018			
Total de habitantes	208.494.900		
Regiões	Homens	Mulheres	Total
Norte	9.143.407	9.038.846	18.182.253
Nordeste	27.548.678	29.212.102	56.760.780
Sudeste	42.717.991	44.993.955	87.711.946
Sul	14.588.041	15.165.995	29.754.036
Centro-Oeste	7.973.056	8.112.829	16.085.885

Tabela 4: Projeção da população brasileira em 2018. Fonte: Própria.

Nessa mesma esteira, foram obtidos os polígonos com os limites dos municípios, unidades da federação e fronteiras do Brasil, no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Dessa forma, foi possível estabelecer as circunscrições das unidades da Polícia Federal, que acompanham os limites dos municípios nos quais essas devem atuar (Polícia Federal, 2013).

As circunscrições das unidades da Polícia Federal são determinadas pela Portaria n. 3997/2013 – DG/DPF, de 24 de outubro de 2013. Referida norma apresenta a lista de municípios atendidos para cada uma das unidades da

instituição, visando tornar mais eficaz o desempenho das atividades policiais e melhorar o acesso da sociedade aos serviços prestados pela Polícia Federal (Polícia Federal, 2013).

O pré-processamento dos dados ocorreu com o emprego do “*Arcgis Pro 2.5.*”. Essa ferramenta SIG permitiu a criação de um banco de dados relacional espacial (geodatabase), contendo as diversas camadas de informação. A importação dos dados foi realizada com a devida adequação de seus campos para os tipos necessários, entre esses, pontos, polígono, data, número e texto.

As planilhas de dados também foram adequadas para importação através da ferramenta “*Qlik® Sense Business*”, padrão da Polícia Federal para *Business Intelligence* (BI), permitindo a programação do *dashboard*, painel de visualização correspondente a proposta do presente estudo (COGER/PF, 2021).

Ao final dessa etapa inicial, foi possível utilizar ferramentas específicas para análise criminal, disponibilizadas como complemento gratuito ao software “*Arcgis Pro 2.5.*”. Essas soluções SIG foram criadas para permitir o mapeamento do crime, através de barra de ferramentas agrupadas para análise espacial por forças de segurança pública, visando fornecer informações de que os policiais e os gestores precisam para subsidiar a tomada de decisões no cumprimento de suas missões (ESRI, 2021).

Essa etapa, recolha e pré-processamento de dados, foi essencial para tornar possível a aplicação das ferramentas SIG de análise criminal.

4.3 Análise exploratória dos dados de criminalidade ambiental

As apurações de criminalidade ambiental foram tratadas com contagens e taxas agregadas, delimitadas pelos polígonos referentes as áreas de circunscrição das unidades da PF (Polícia Federal, 2013).

Embora normalmente as ocorrências criminais tenham padrões pontuais, nesse estudo, esses pontos foram agregados as respectivas circunscrições em que houve a instauração do respectivo inquérito, ou seja, limites dos polígonos em que estavam inseridos, uma vez que os dados disponíveis estavam

previamente agregados por delegacia descentralizada ou superintendência da Polícia Federal (COGER/PF, 2021).

A agregação dos dados criminais objetiva manter o sigilo das apurações e de seus dados mais específicos, resguardando a privacidade dos cidadãos envolvidos com as ocorrências, da mesma forma em que são realizados os levantamentos censitários (Câmara *et al.*, 2002).

A seguinte tabela demonstra os principais dados estatísticos das circunscrições, revelando que essas acompanham a diversidade de regiões do território brasileiro:

Circunscrições da Polícia Federal				
Total	122			
Dados por unidade	Máxima	Mínima	Média	Mediana
Área (Km ²)	1.099.915	1.200	69.756	27.747
População atendida	21.585.879	38.387	1.708.974	1.125.242

Tabela 5: Dados estatísticos das circunscrições da PF. Fonte: Propria

As circunscrições demonstram uma alta variância em seus valores de área e população atendida, evidenciada pela grande diferença entre a média e a mediana dos valores de seus principais parâmetros estatísticos. O seguinte gráfico demonstra a relação entre habitantes e área de circunscrição:

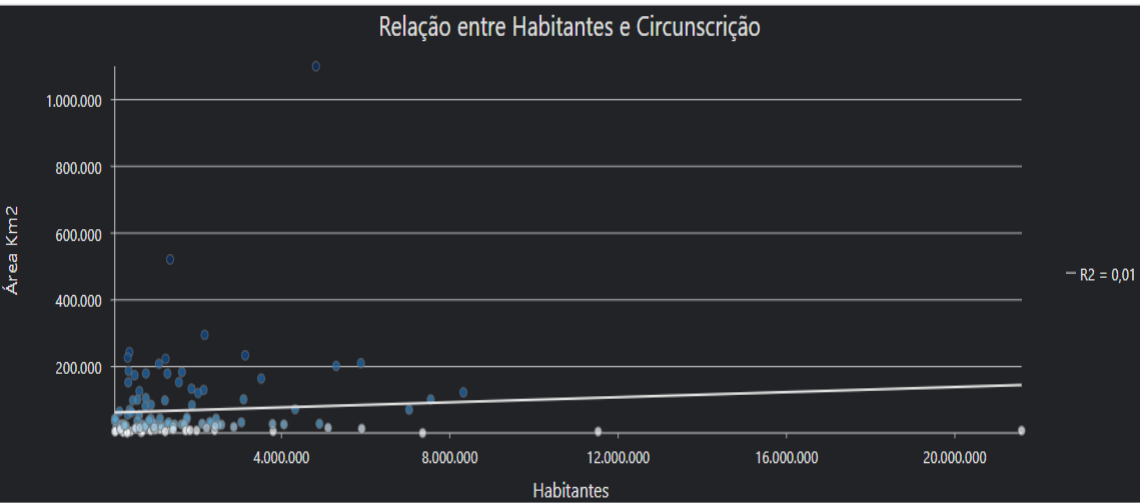


Figura 10: Relação entre habitantes e área de circunscrição. Fonte: Própria.

Já o histograma da distribuição de área por circunscrição, facilita a percepção do tamanho da circunscrição por unidade Polícia Federal. Dessa forma, é possível verificar que 78,68% das unidades (96 das 122) tem área de até 101.083 Km², conforme o gráfico a seguir:

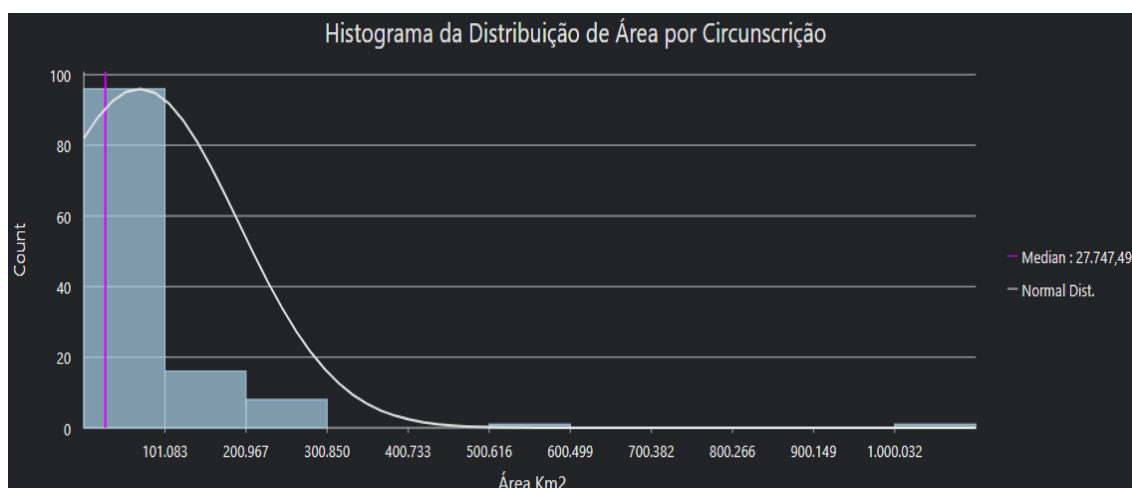


Figura 11: Histograma da Distribuição de área por circunscrição. Fonte: Própria.

Nos extremos de valores, temos unidades de grande área de circunscrição. Assim, na região da Floresta Amazônica está situada a unidade com maior circunscrição correspondente a 1.099.915 Km², sendo essa a Superintendência Regional da Polícia Federal no Amazonas – SR/PF/AM. Essa unidade atende a 4.818.583 habitantes, com uma densidade demográfica de somente 4,38 habitantes por Km².

Também há áreas de circunscrição diminuta frente ao tamanho do território brasileiro, mas com grande adensamento populacional. Dessa forma, a região sudeste tem a unidade com menor área de circunscrição, 1.200 Km², sendo essa a Superintendência Regional do Rio de Janeiro. Nesse caso há uma alta densidade demográfica, 6.127,25 habitantes por Km², com uma população atendida de 7.353.794 pessoas.

O histograma da distribuição de habitantes por circunscrição, permite visualizar melhor a dimensão da população atendida por unidade da Polícia Federal.

Ao analisar o histograma é possível verificar que 70,49% das unidades (86 das 122) atendem até 1.834.011 habitantes, conforme o gráfico a seguir:

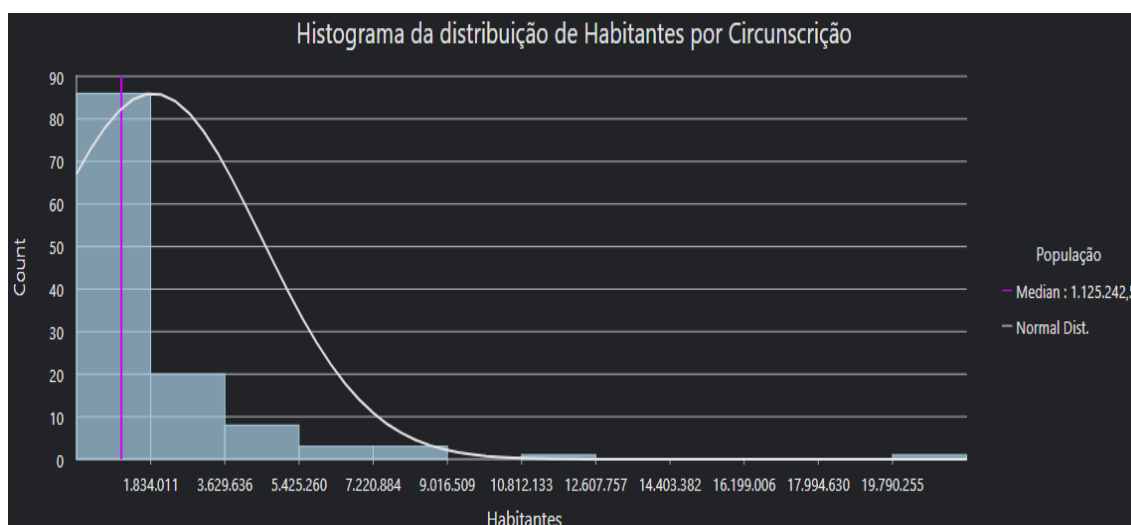


Figura 12: Histograma da distribuição da população/circunscrição da PF. Fonte: Própria.

Os dados populacionais também apresentam valores extremos como a Superintendência Regional de São Paulo, com seus 21.585.879 habitantes e a Delegacia do Iapoque com população de apenas 38.387 pessoas.

Os dados mostram que pode haver motivos históricos ou estratégicos em criar unidades nos extremos do Brasil, independente do tamanho da população local.

Dessa forma delegacias como a do Iapoque e a do Chuí foram idealizadas para demonstrar a atuação da PF em todo o Brasil, sendo referências de localização no extremo Norte e Sul do vasto litoral brasileiro, embora com pequena população a época de sua criação.

A variância de população entre as unidades também é alta, o que resta claro ao se comparar a média de 1.708.974 habitantes, com a respectiva mediana 1.125.242.

A quantidade de habitantes é um parâmetro importante para entender a tendência de ocorrências de crimes ambientais.

Os dados criminais referentes aos 20.539 (vinte mil, quinhentos e trinta e nove) inquéritos policiais de crimes ambientais a cargo da Polícia Federal entre 2015 e 2019, mostram uma correlação clara entre o número dessas e o número de habitantes.

Essa correlação, entre crimes e habitantes, resta bem demonstrada no gráfico a seguir:

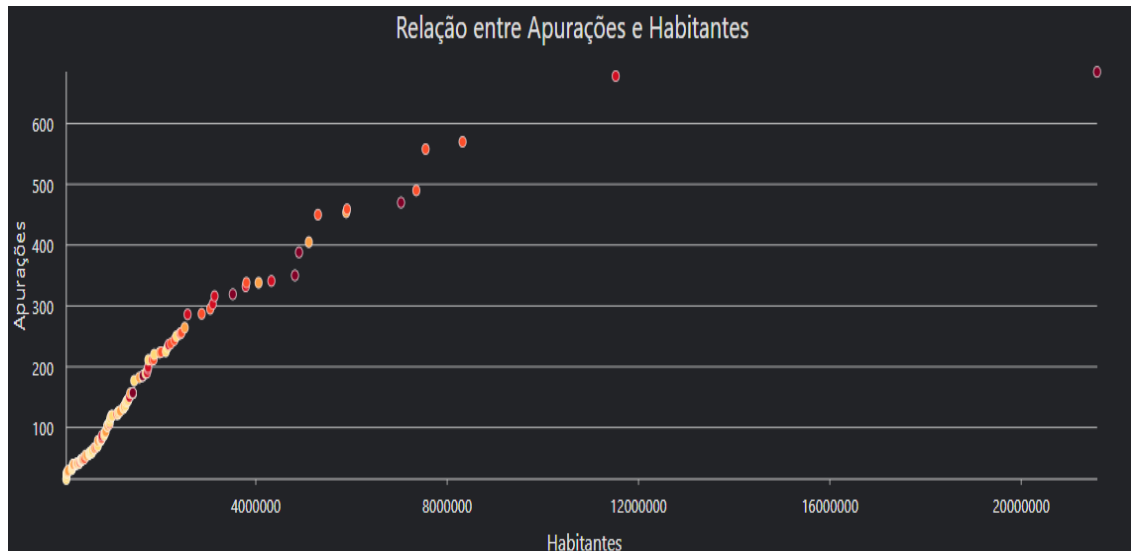


Figura 13: Relação apurações de crimes ambientais e habitantes por unidade da PF. Fonte: Própria.

O gráfico acima demonstra a pressão populacional sobre a natureza, em razão da expansão urbana sem planejamento adequado nos países em desenvolvimento, restando claro que o número de apurações de crimes ambientais é proporcional a população na área da circunscrição da unidade da PF (Silva, 2004).

Ao tomador de decisão da Polícia Federal interessa a visão geral das unidades, bem como as suas características regionais.

Assim, esses dados devidamente tratados passam a ter um grande valor para a organização policial em termos de logística e atuação estratégica, mas podem ser melhor visualizados através de mapas e suas respectivas camadas de informação.

A análise exploratória iniciou com a estatística descritiva dos dados e prossegue com as análises espaciais subjacentes.

Os dados analisados são das apurações recentes da Polícia Federal sobre crimes ambientais, considerados os anos de 2015 a 2019, com o intuito de observar a evolução desse fenômeno criminal submetido a modelação.

4.4 Análise de incidentes

A análise de incidentes é uma importante ferramenta para identificar padrões e tendências na criminalidade, sendo utilizada nesse estudo para criar camadas com os dados de distribuição espacial dos crimes ambientais ao longo dos anos (Harries, 1999).

Os mapas temáticos foram gerados para ressaltar os locais com maior incidência e foram apresentados com a mesma simbologia, para uma fácil visualização da tendência criminal no período de estudo.

A visualização dos mapas coropléticos lado a lado permitiu uma melhor análise das apurações de crimes ambientais no território brasileiro ao longo dos anos.

Além dos números absolutos de crimes houve o emprego da razão crime/população, utilizada na criminologia para análise de dados. Assim, quando necessário, os dados foram normalizados pelo número de habitantes da área de circunscrição de cada unidade da Polícia Federal.

Dessa forma, através dos mapas coropléticos com número absoluto de incidentes por unidade ou normalizado pela razão incidentes por habitantes, o gestor pode entender melhor o fenômeno criminal. Assim, tem meios adequados para decidir de forma estratégica, com informações de GEOINT precisas sobre crimes ambientais, reforçando a atuação do órgão de segurança onde essa se mostra mais necessária.

4.5 Análise 80/20

A gestão em segurança pública pode se beneficiar da análise 80/20 no mapeamento das incidências criminais. Essa análise consiste na aplicação da regra de Pareto, a qual afirma que 80% das consequências se originam de 20% das causas. Assim, com a aplicação desse princípio, é possível selecionar um número pequeno de locais de grande incidência de crimes, os quais ao serem priorizados com recursos adequados terão um grande efeito na diminuição dos índices de criminalidade em geral (Alves, 2020).

Esse princípio teve sua origem em 1897, tendo como autor Vilfredo Pareto, sociólogo e economista italiano que percebeu que a distribuição de renda e propriedade em âmbito mundial não possuía uniformidade. Referido autor observou a distribuição de terras na Itália, país no qual 20% dos proprietários detinham 80% das terras. Também confirmou sua hipótese ao verificar que 20% das vagens em uma plantação, tinham 80% das ervilhas.

Neste estudo, a análise 80/20 permitiu processar os dados de incidentes e determinar os locais do cluster. Assim, foi possível criar uma camada de símbolo graduada, proporcional aos incidentes que ocorreram em cada unidade da Polícia Federal. Aos dados iniciais foram adicionadas informações sobre a porcentagem acumulada para destacar as regiões onde os crimes ocorrem de forma desproporcional (ESRI, 2020a) .

Dessa forma, ao analisar o fenômeno criminal ao longo do período de estudo foi possível identificar quais unidades da Polícia Federal merecem uma maior atenção por concentrarem o maior número de apurações em proporção as demais, apresentando esse resultado em mapas. Além da simbologia própria, graduada ao número de ocorrência, houve a programação da legenda para destacar todas as unidades cujo percentual de crime estava adstrito a regra de Pareto.

4.6 Análise Percent Change

A detecção de mudança temporal é facilmente realizada com a comparação de duas situações ao longo do tempo, permitindo avaliar a tendência da criminalidade em períodos específicos.

Essa ferramenta especializada permitiu calcular alterações percentuais das incidências criminais em cada polígono formado pela área de circunscrição da unidade da Polícia Federal de forma eficaz. Além do mapa resultante é possível consultar os dados de alteração percentual em campo próprio destacado em sua tabela de atributos.

A fim de fazer a comparação foi necessário primeiramente estimar a quantidade de apurações de crimes ambientais em dois períodos de tempo. Utilizou-se os anos de 2017 e 2019, pois nesses constavam ocorrências em

todas as unidades da Polícia Federal, tornando mais eficaz a comparação da evolução da criminalidade ambiental.

Assim, os mapas iniciais são resultantes das análises de incidentes já realizadas neste trabalho, com simbologia graduada conforme o número de apurações por unidade ao longo de um ano.

A comparação que poderia ser realizada de forma manual, ao se observar os dois mapas, é realizada através de cálculos precisos pelo SIG. Isso resulta em um mapa com a simbologia adequada às alterações percentuais na incidência criminal, tornando mais científica a análise criminal. Dessa forma, as informações obtidas são mais precisas e podem ser facilmente interpretadas pelo tomador de decisão, tornando eficaz a gestão do órgão de segurança.

4.7 Dashboard de crimes ambientais na PF

As ferramentas de Business Intelligence são recomendadas para a análise eficiente de dados. Assim, a Polícia Federal utiliza o programa Qlik Sense como padrão para criar painéis visuais e apresentar, de forma centralizada, um conjunto de informações das diversas áreas de seu sistema organizacional (COGER/PF, 2021).

Neste trabalho os principais dados referentes ao tema e o período em estudo foram configurados em tabelas, contendo colunas de fácil interpretação pelo software. A sigla das delegacias foi utilizada como chave primária, possibilitando a conexão entre as tabelas.

A modelagem dimensional seguiu o padrão Star Schema para facilitar e simplificar a visualização, deixando clara a distinção entre dimensões (contexto) e fatos (métricas). Nos sistemas oficiais, dependendo do nível de informações e sua complexidade também é utilizado o sistema Snowflake para evitar a redundância no armazenamento de dados.

O painel foi criado, com a mesma estrutura de dados obtidas no ePol da Polícia Federal para facilitar a reprodução dessa visualização no sistema oficial. Assim é possível filtrar os dados por unidade da federação, unidade da PF, circunscrição, tipo de crime, classe de crime e ano.

A visualização foi projetada com gráficos de linha para verificar as apurações por ano, gráficos de Mekko para as classes de crime, gráficos de barra para verificar os crimes por estado brasileiro e por delegacia. O destaque ficou para o mapa do Brasil, contendo camadas com as circunscrições e o respectivo número de apurações.

Todos os elementos visuais do painel quando selecionados servem como filtro para a análise pormenorizado dos dados. Assim, é possível selecionar, um local, tipo de crime e sua respectiva circunscrição facilmente.

Os dados constantes do painel podem ser atualizados e mostrar o histórico das apurações ao longo do tempo e espaço. Essas métricas servem para os gestores acompanharem o desempenho de suas unidades operacionais e auxiliam de forma precisa a tomada de decisão, pois permitem a melhor compreensão do fenômeno criminal, conforme se objetiva demonstrar no presente estudo.

5. POLÍCIA FEDERAL E A ATUAÇÃO ESTRATÉGICA FRENTE A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS CRIMES AMBIENTAIS NO BRASIL

Os capítulos iniciais desse trabalho serviram para demonstrar e esclarecer os aspectos prioritários sobre o tema em estudo, permitindo uma visão geral sobre a Polícia Federal e a possibilidade teórica da aplicação do SIG para a atuação estratégica desse órgão de segurança frente aos crimes ambientais.

Nesse ponto, podemos apresentar dados reais das apurações de crime ambientais realizadas pela Polícia Federal entre 2015 e 2019, a fim de confrontar as hipóteses iniciais como corretas ou rejeitadas em prol de uma solução mais adequada ao fim pretendido, ou seja, auxiliar a tomada de decisão através de ferramentas SIG.

Este processo contínuo de coleta de dados, análise criminal e revisão de resultados pode ser sintetizado como empregar o processo hipotético-dedutivo, em atenção ao modelo de investigação científica vigente. (Máximo, 2004)

Isso há de ser considerado na medida em que a análise criminal realizada através do SIG tende a permitir identificar o problema, revelar os pontos de maior incidência criminal e responder a questionamentos práticos, entre esses: qual a região com maior incidência de crimes? Qual a evolução da criminalidade ao longo dos anos? Qual unidade da Polícia Federal tem mais investigações sobre o tema? Essas respostas, apresentadas na forma de mapas temáticos, confirmam a hipótese defendida nesse estudo, ou seja, que mapas podem transmitir melhor o conhecimento para a tomada de decisão tática ou estratégica, pois imagens comunicam muito mais que simples tabelas (Chainey and Ratcliffe, 2013).

As decisões a serem tomadas pelos gestores diante do conhecimento geográfico relevante representado por mapas e suas camadas de informação podem ser táticas ou estratégicas.

Assim, na questões táticas de enfrentamento atual da criminalidade, pode o tomador de decisão destacar mais policiais para os locais de grande incidência criminal ambiental. Determinar a aquisição de equipamentos específicos para investigar o tipo de crime que se está enfrentando, de acordo com as características geográficas do local. Nesse caso, mais veículos fora de estrada, barcos ou aeronaves adequadas as ações a serem desenvolvidas e investimento em sensoriamento remoto para regiões de difícil acesso.

Na questão estratégica, o gestor tem a possibilidade de investir na capacitação dos policiais com ênfase em investigação de crime ambiental e uso de SIG, investir em alertas automáticos de desmatamento, estabelecer convênios permanentes com outros órgãos de fiscalização e instalar postos avançados em ponto de confluência de rios ou de estradas, bem como em portos e aerodromos. Enfim, traçar estratégias com intenção de melhorar a atuação da Polícia Federal ao longo prazo e diminuir os índices futuros de criminalidade em regiões específicas do país.

Em todas as hipóteses, permite ao tomador de decisão gerir melhor os escassos recursos públicos, investindo nas unidades conforme sua real necessidade.

Neste ponto, a melhor maneira de mostrar os benefícios da utilização do SIG, para tomada de decisões táticas e estratégicas em relação ao crimes ambientais, é evidenciar sua utilidade com os resultado obtido ao se realizar as análises criminais, com a utilização de dados reais sobre a criminalidade, por meio dos recursos dessa ferramenta especializada.

5.1. Análise exploratória dos dados de criminalidade ambiental

A Polícia Federal nos últimos anos tem atuado de forma constante contra os crimes ambientais, conforme demonstram os números de apurações no período.

Os inquéritos policiais, quando utilizam meios especiais de investigação, resultam em operações policiais vultuosas, denominadas “megaoperações”. Ao longo do período de estudo foram deflagradas muitas operações desse tipo para desarticular organizações criminosas e combater crimes ambientais.

As referidas operações policiais representam uma pequena parte das 20.539 (vinte mil quinhentos e trinta e nove) apurações da Polícia Federal sobre os crimes ambientais e suas diversas modalidades no período de 2015 a 2019.

A tabela a seguir exhibe o total das apurações e seus respectivos objetos de investigação em ordem de incidência, do maior para o menor:

Investigações de Crimes Ambientais 2015 a 2019						
Polícia Federal (total)	20.539 (vinte mil, quinhentos e trinta e nove)					
Crimes em investigação	2015	2016	2017	2018	2019	Total
1º Flora	1322	1674	1565	1495	1580	7636
2º Poluição e outros Crimes Ambientais	1596	1439	1330	1182	1160	6707
3º Crimes contra a Fauna	925	1177	1124	782	698	4706
4º Administração Ambiental	144	193	155	211	145	848
5º Ordenamento Urbano	193	134	88	103	124	642

Tabela 6: Polícia Federal – apurações por ordem de incidência. Fonte: Própria.

Os dados constantes da tabela acima pode ser melhor visualizados com a apresentação de forma gráfica:

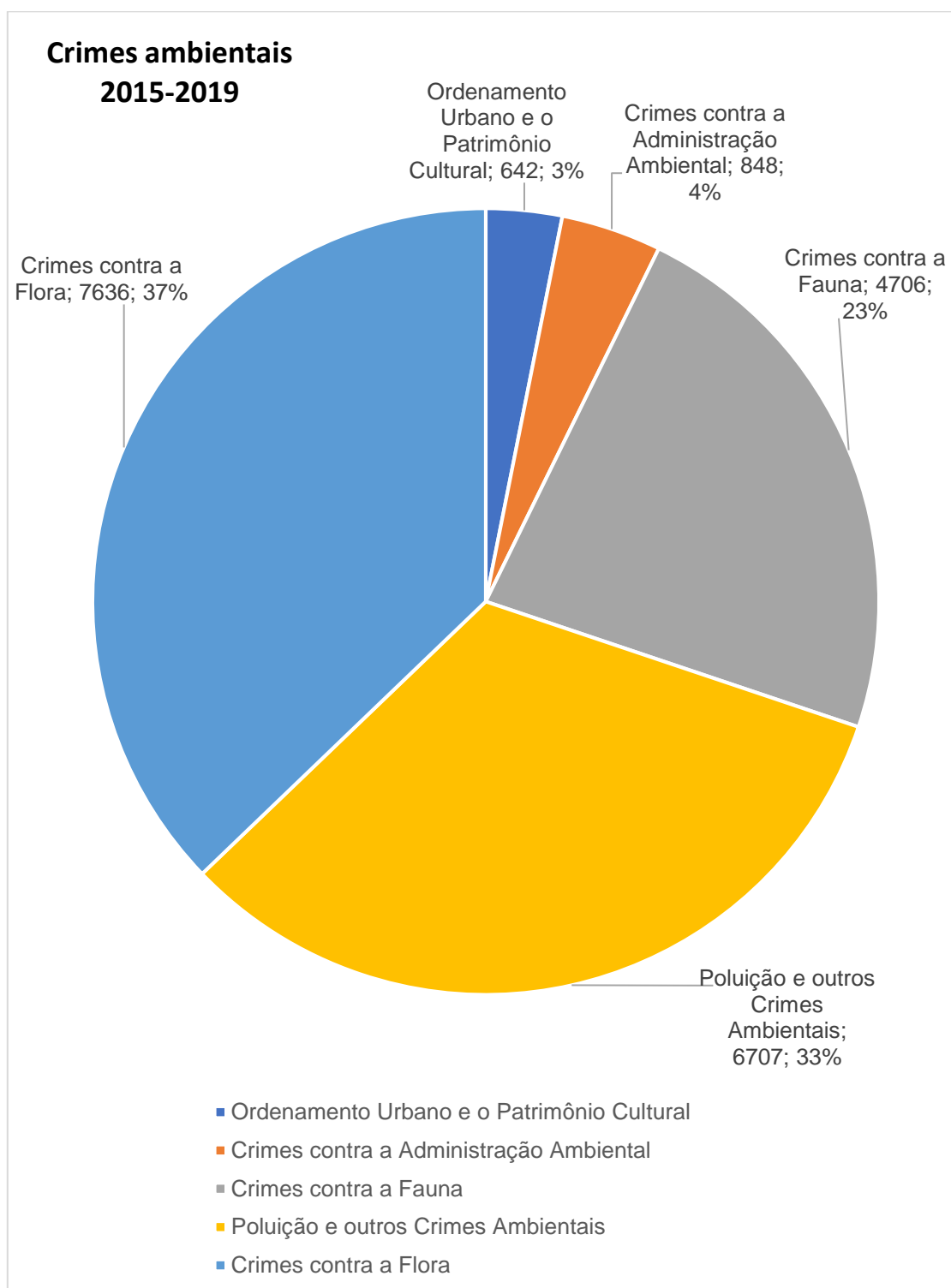


Figura 14: Gráfico de incidência de crimes ambientais entre 2015 e 2019. Fonte: Própria.

Ao analisar os dados de apurações por ordem de incidência é possível observar a quantidade de crimes ambientais investigados por inquérito policial anualmente, no período de 2015 ao final 2019, e a tendência dessas ocorrências.

Assim, resta claro que os inquéritos de crimes contra a flora são aqueles de maior incidência e também têm tendência de alta, pois aumentaram significativamente no período (+20%).

As investigações de crimes contra a administração ambiental, permaneceram praticamente estáveis no período, ocupando a quarta posição em incidência, com pequena variação positiva (+1%).

Quanto a eficiência da atuação da Polícia Federal, há que se destacar que os demais crimes tiveram expressiva diminuição no número de investigações.

A redução da quantidade de crimes ambientais é significativa quanto se analisa os números de apurações de crimes contra a fauna, os quais reduziram bastante no período (-25%), ocupando o terceiro lugar em incidência.

Essa tendência de baixa prossegue nas demais modalidades. Assim, os crimes de poluição e outros diminuíram (-27%) e os crimes contra o ordenamento urbano e patrimônio cultural apresentaram a maior redução (-36%).

Em números absolutos, o total de crimes investigados pela Polícia Federal passou de 4180 ao ano para 3707, indicando a possível redução de criminalidade ambiental (-11%).

A análise criminal dessas principais incidências criminais, em números absolutos, é um ponto de partida adequado para o tomador de decisão ter informações relevantes para uma gestão eficaz dos escassos recursos disponíveis para a segurança pública.

Entretanto, a utilização de métodos estatísticos permitidos pelo SIG, com a respectiva apresentação em forma de mapas temáticos permite a melhor análise dessa modalidade criminosa, para elaboração de planos táticos e estratégicos mais eficazes para atuação do órgão de segurança pública, ao demonstrar de forma aprimorada a distribuição espacial dos crimes ambientais no Brasil.

5.2 Análise de incidentes

A análise de incidentes permite apresentar um mapa coroplético temático com a distribuição dos crimes ambientais no território brasileiro:

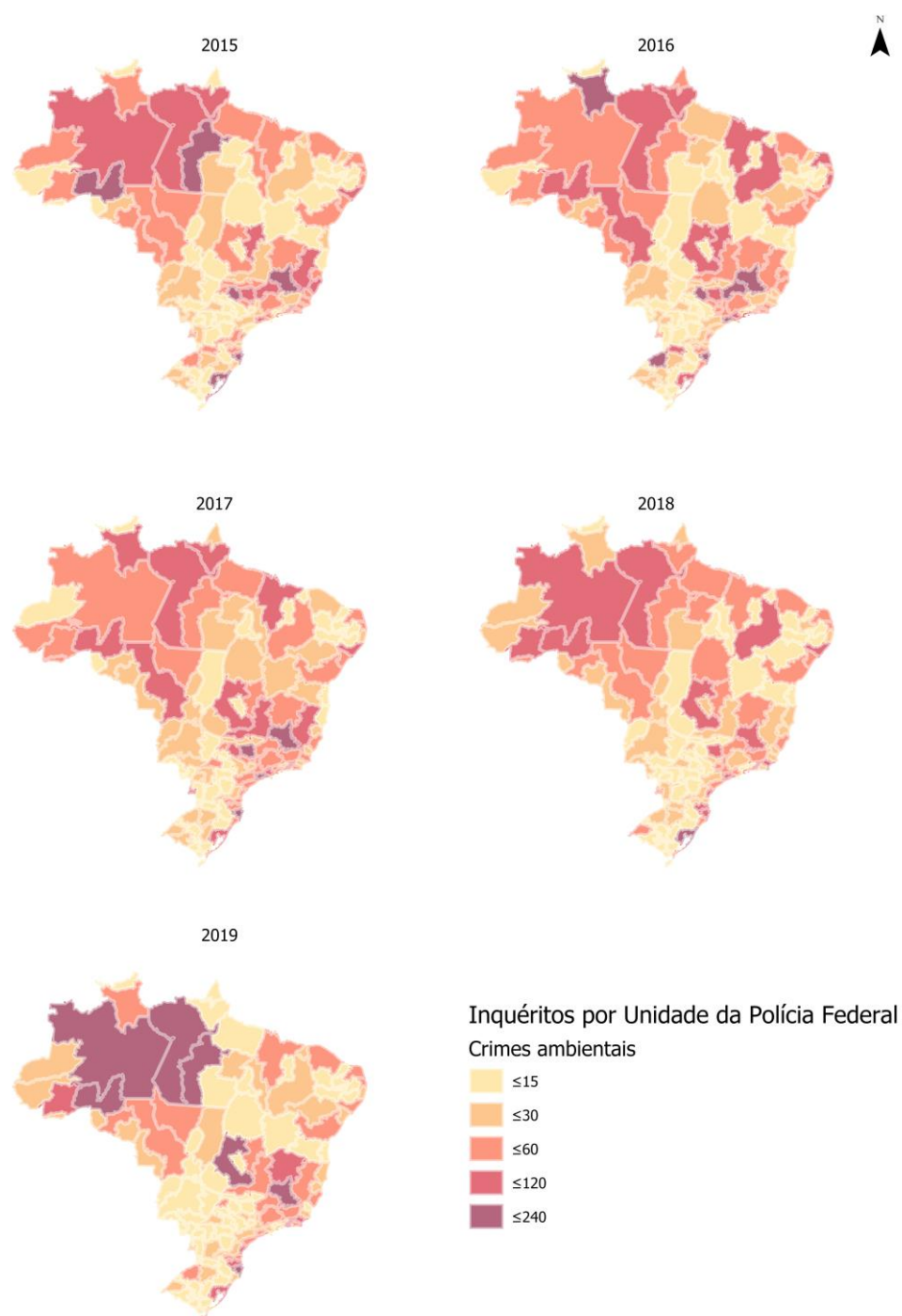


Figura 15: Análise de incidentes referente aos crimes ambientais entre 2015 e 2019, por unidade da PF. Fonte: Própria.

O mapa acima representa os números absolutos de apurações de crimes ao longo do tempo em análise (2015 a 2019), tendo como unidade geográfica de referência a circunscrição de cada unidade da Polícia Federal.

Atualmente não é possível detalhar a ocorrência de investigações por município, em razão da falta de dados disponíveis nos bancos de dados oficiais a esse respeito. Embora conste o campo município quando do registro da investigação, muitas vezes esse é preenchido com o nome da cidade sede da delegacia e não com o local de ocorrência do fato. Essa constatação é útil para que o tomador de decisão possa aprimorar a rotina de trabalho, melhorando a qualidade dos dados registrados.

Quanto a análise de incidentes, ao longo dos anos é possível verificar a concentração dos crimes ambientais em áreas ao norte do Brasil (Figura 11), principalmente na Amazônia Legal Brasileira.

Essa informação é relevante para uma atuação estratégica da PF nessa região do país, por exemplo, incrementar e especializar os recursos humanos na utilização do SIG e em questões ambientais.

Outra região de forte ocorrência de crimes é a sudeste, ao que parece pelo elevado número de habitantes, pois nesse trabalho restou claro a correlação entre o número de habitantes e número de crimes ambientais (figura 14).

Neste ponto, há indicação de que eventual desequilíbrio populacional pode ser danoso ao meio ambiente (Friede, 2020).

Vale destacar que a região sudeste do país concentra 42,2% da população brasileira (Sampaio, 2019).

O número absoluto de crimes informa ao gestor a quantidade efetiva de trabalho a ser desenvolvida por cada unidade policial, sendo por isso muito importante para questões de logística, porém outras análises também são importantes.

Assim, é possível incluir o número de habitantes na análise para buscar a taxa de incidência de crimes em determinada localidade.

O mapa a seguir é o resultado da análise do número de crimes ambientais por unidade da Polícia Federal e pela população da respectiva área de circunscrição (inquérito/100 mil habitantes), para o mesmo período de estudo:

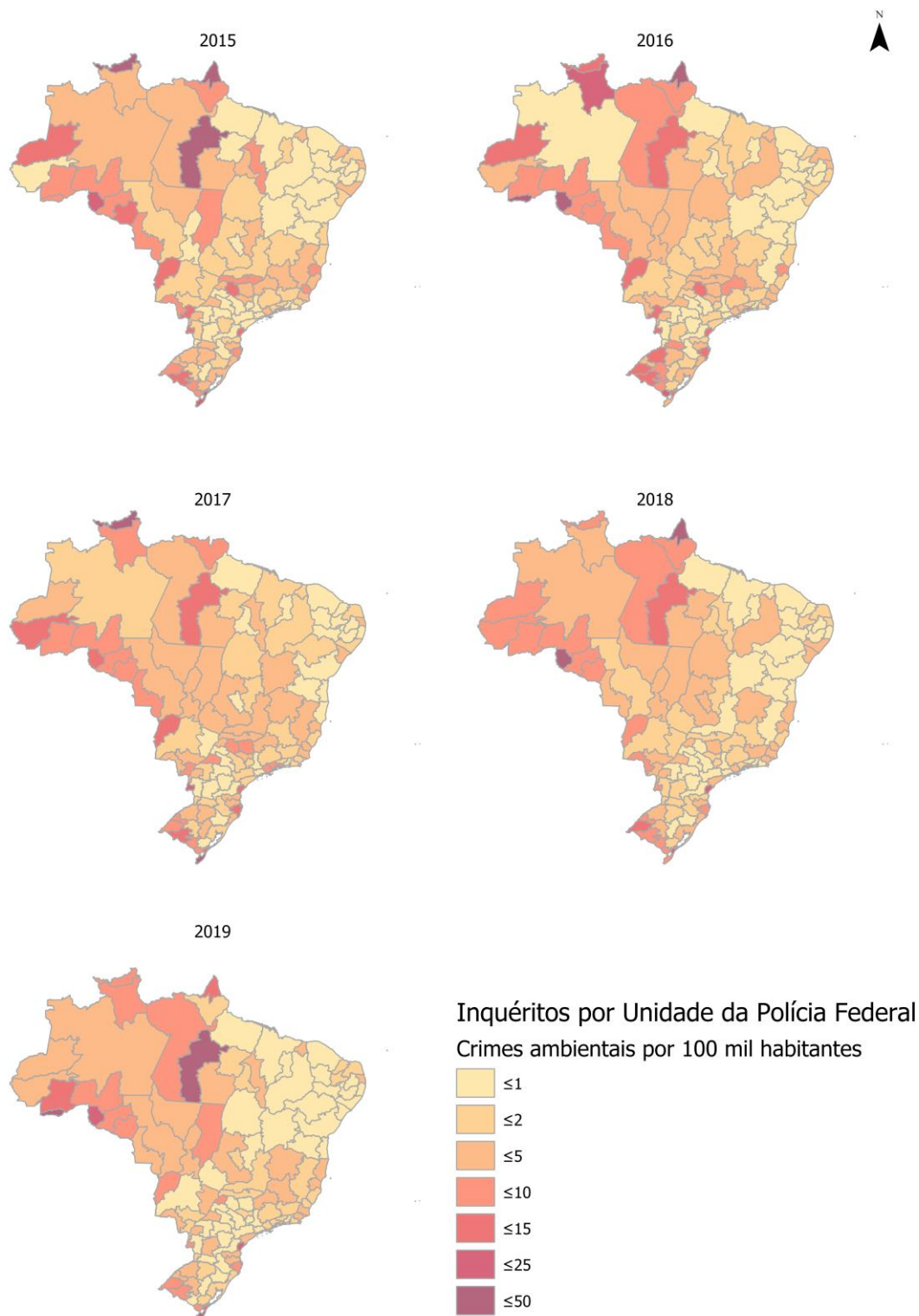


Figura 16 : Análise de incidentes por 100 mil habitantes, referente aos crimes ambientais entre 2015 e 2019, por unidade da PF. Fonte: Própria.

A grande incidência na região norte do país prossegue, mesmo quando verificada a taxa de crimes ambientais por habitantes. Em seguida, a região sudeste mostra grande incidência de crimes ambientais em razão de concentrar grande parte da população brasileira.

Assim, através da visualização dos mapas, o gestor pode tomar decisões estratégicas, tais como, como capacitar policiais ou criar novas unidades e postos avançados da PF, com base em informações claras e precisas sobre crimes ambientais, reforçando a atuação do órgão de segurança na Amazônia, sem descuidar dos grandes centros urbanos e áreas de fronteira.

5.3 Análise 80/20

A análise 80/20 permite calcular o percentual acumulado em cada um dos locais de ocorrência de crimes ambientais. Na Polícia Federal pode permitir identificar se há um pequeno número de unidades em que ocorrem um número desproporcional de investigações de crimes ambientais, bem como especificar a frequência e a tendência desses crimes (ESRI, 2020b).

A concentração de crimes pode ser vista se qualquer delegacia ultrapassar o resultado percentual obtido pela razão entre quantidade investigações e unidade. Assim, em termos percentuais, cada uma das 122 unidades deveria ter aproximadamente 0,81% das apurações em curso sobre crimes ambientais.

A análise 80/20 realizada nesse estudo com o uso de SIG indica que 19,03% das apurações de crime ambiental no período de 2015 a 2019 foram realizadas por tão somente sete unidades da Polícia Federal, um percentual grande apurações por cada uma dessas unidades (2,71%).

Assim, a hipótese de concentração de ocorrências é verdadeira, pois 3910 apurações de um total de 20.539 foram iniciadas por um pequeno número de superintendências e uma delegacia.

Esse total de apurações e a respectiva análise 80/20 sobre crimes ambientais para o período de 2015 a 2019, pode ser visualizada de forma mais clara através do seguinte mapa :

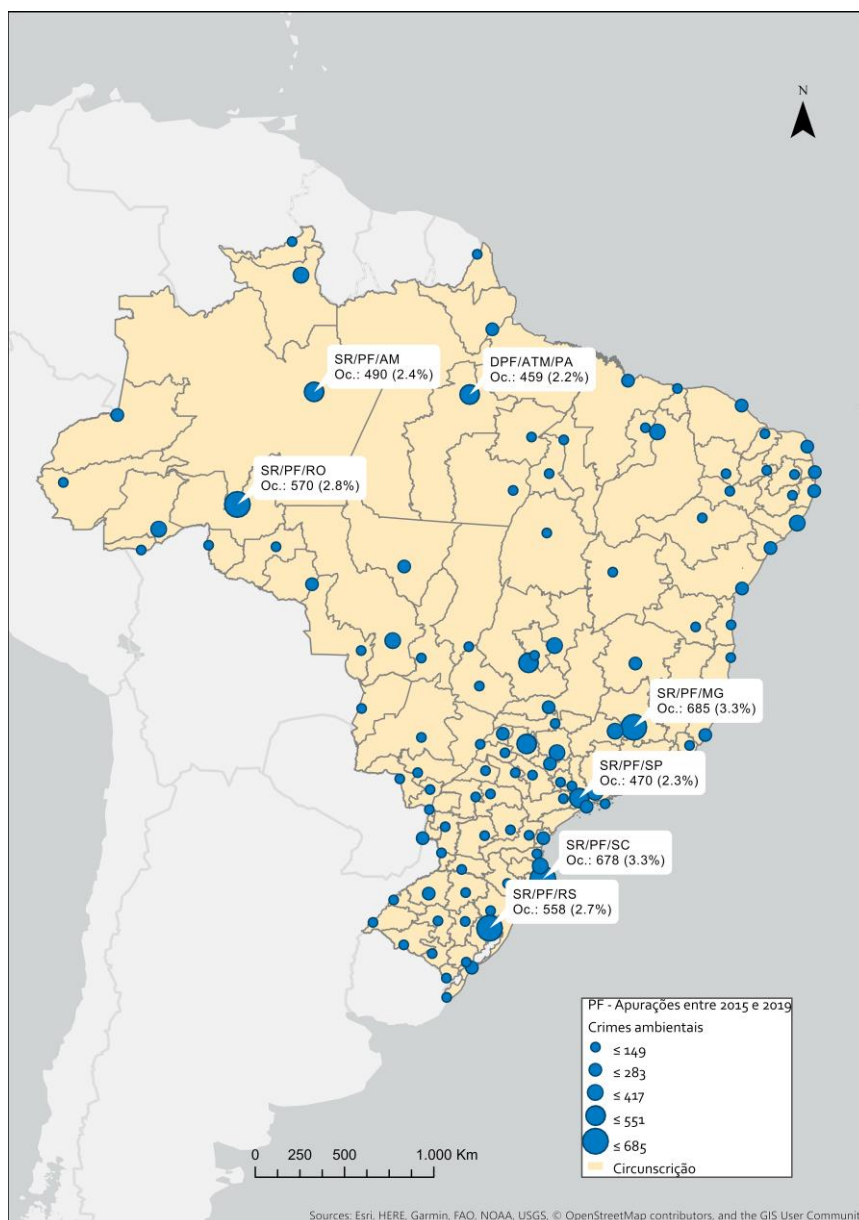


Figura 17: Análise 80/20 – Apurações de crimes ambientais da PF por circunscrição entre 2015 e 2019. Fonte: Própria.

Dessa forma, é possível afirmar que o tomador de decisão deve ter atenção quanto a concentração de apurações de crimes ambientais realizadas nas seguintes unidades, por ordem de incidência: SR/PF/MG, SR/PF/SC, SR/PF/RO, SR/PF/RS, SR/PF/AM, SR/PF/SP e DPF/ATM/PA.

Outra perspectiva possível é observar quais unidades estavam com maior concentração de apurações de crimes ambientais no ano mais recente em estudo (2019) para verificar se a dinâmica do crime causou alguma alteração na

tendência acumulada nos últimos anos. Esse mapa mostra a aplicação da análise 80/20, sobre os crimes ambientais, no ano de 2019:

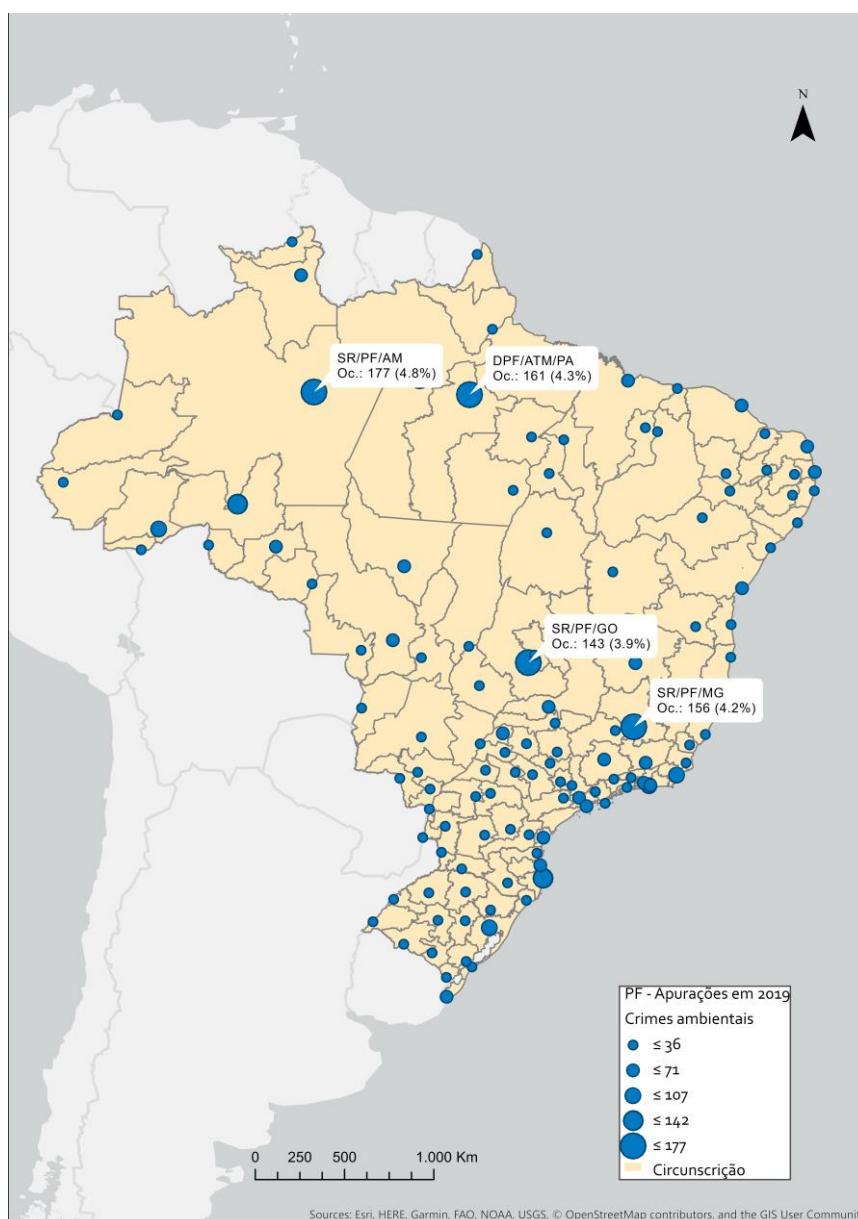


Figura 18: Análise 80/20 – Apurações de crimes ambientais da PF por circunscrição em 2019. Fonte: Própria.

No ano de 2019, a análise 80/20 demonstra que 17,18% das apurações de crime ambiental foram realizadas por somente quatro unidades da Polícia Federal, um diminuto número frente as 122 unidades existentes. Assim, mais uma vez, a hipótese de concentração de apurações de crimes é verdadeira, pois 637 de um total de 3.707 foram iniciadas por esse pequeno número de unidades: SR/PF/AM, DPF/ATM/PA, SR/PF/MG e SR/PF/GO.

As análises 80/20 referentes ao total de crimes para o período de 2015 a 2019 e a do último ano em estudo (2019) destacam em ambas a presença das seguintes unidades : SR/PF/AM (Superintendência Regional do Amazonas), DPF/ATM/PA (Delegacia de Altamira no Pará) e SR/PF/MG (Superintendência Regional de Minas Gerais), como sendo locais de alta concentração de apuração de crimes ambientais.

Esses dados são relevantes para o tomador de decisão que pode estudar as razões para o fenômeno de acordo com as características regionais. As duas primeiras unidades estão dentro ALB e têm um vasto bioma a proteger (Amazônia). A última, como o próprio nome revela, está localizada uma região de grande quantidades de jazidas e locais de mineração, exploradas constantemente desde o início da colonização do Brasil, atividade que causa muitos danos ambientais e que deve ser rigorosamente fiscalizada (Silva, 1995).

Nesse ponto, o conhecimento adquirido pelos profissionais das unidades da Polícia Federal em destaque têm que ser valorizado, pois é grande o potencial de informações a ser repassado ao restante do efetivo policial. Os gestores dessas unidades podem exemplificar como as administrações locais estão a atuar de forma estratégica e tática frente a essa quantidade desproporcional de ocorrências de crime ambiental.

5.4 Análise Percent Change

A análise *Percent Change* é uma maneira eficiente de verificar se a criminalidade está aumentando ou diminuindo com o tempo. Essa análise permite calcular a alteração percentual para recursos de polígono que correspondem a recursos de ponto que representam dois períodos de tempo de comparação. Através do SIG é possível verificar essa mudança percentual em relação a circunscrição de cada unidade da Polícia Federal, auxiliando o tomador de decisão na aplicação dos escassos recursos disponíveis para a segurança pública.

O mapa a seguir mostra a quantidade de apurações de crime ambientais para o ano de 2017, primeiro período dentro do escopo de estudo, em que há

ocorrências para todas as unidades da Polícia Federal, sendo portanto adequado a comparação com o período mais recente:

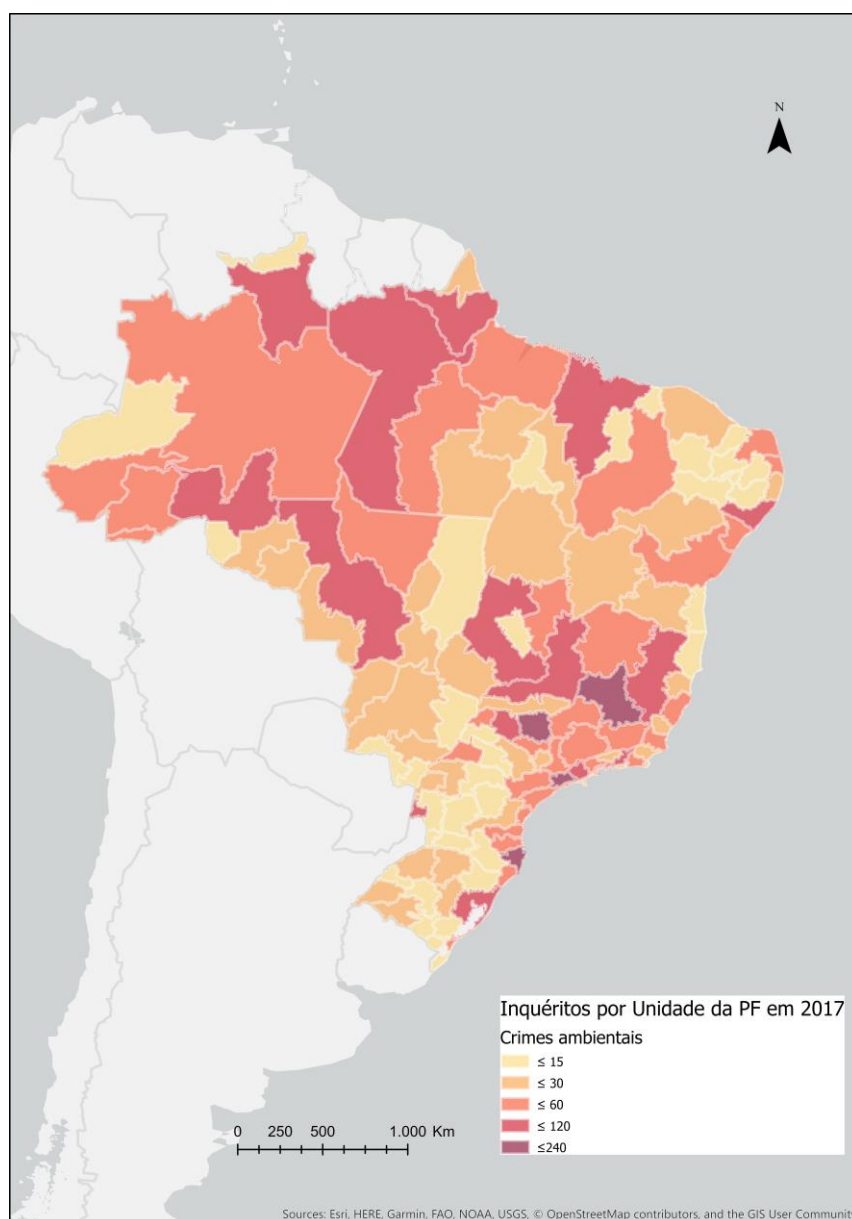


Figura 19: Inquéritos de crimes ambientais por Unidade da Polícia Federal em 2017. Fonte: Própria.

A maneira tradicional de fazer a comparação é observar os mapas lado a lado e por visualização procurar padrões e tendências para a criminalidade. O uso a análise *Percent Change* auxilia sobremaneira nessa tarefa do analista, ao produzir um mapa temático com essas alterações. Nesse trabalho serão colacionados os mapas de dois períodos (2017 e 2019), para ilustrar o que a ferramenta produz com simbologia própria.

O próximo mapa mostra a quantidade de investigações de crimes ambientais para o ano de 2019, período final desse estudo, passível de ser utilizado para fins de comparação de mudança de percentual com o período anterior:

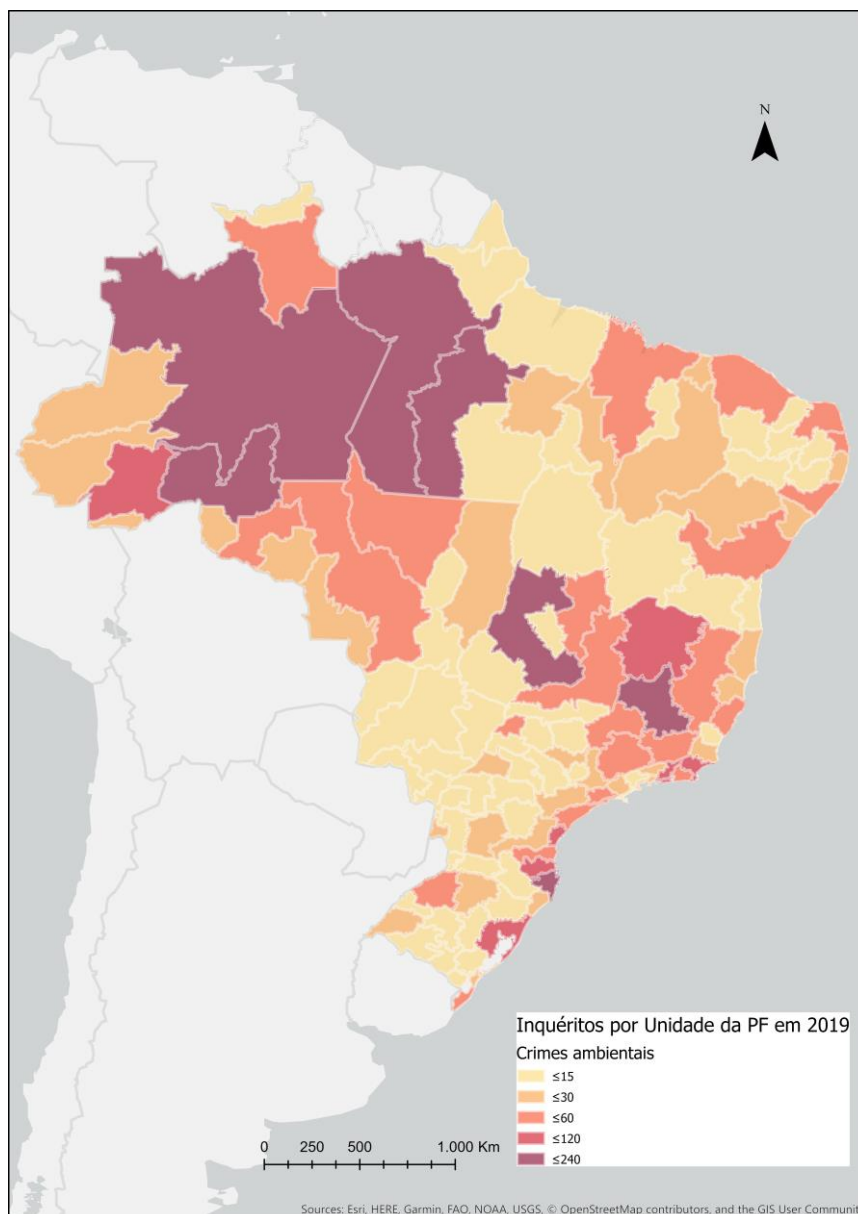


Figura 20: Inquéritos de crimes ambientais por Unidade da Polícia Federal em 2019.
Fonte: Própria.

A análise *Percent Change* permite mostrar a tendência de crimes através do estudo do número de apurações da Polícia Federal entre 2017 e 2019, por circunscrição da Polícia Federal, na forma de uma mapa temático com uma simbologia padrão para os aumentos e diminuições:

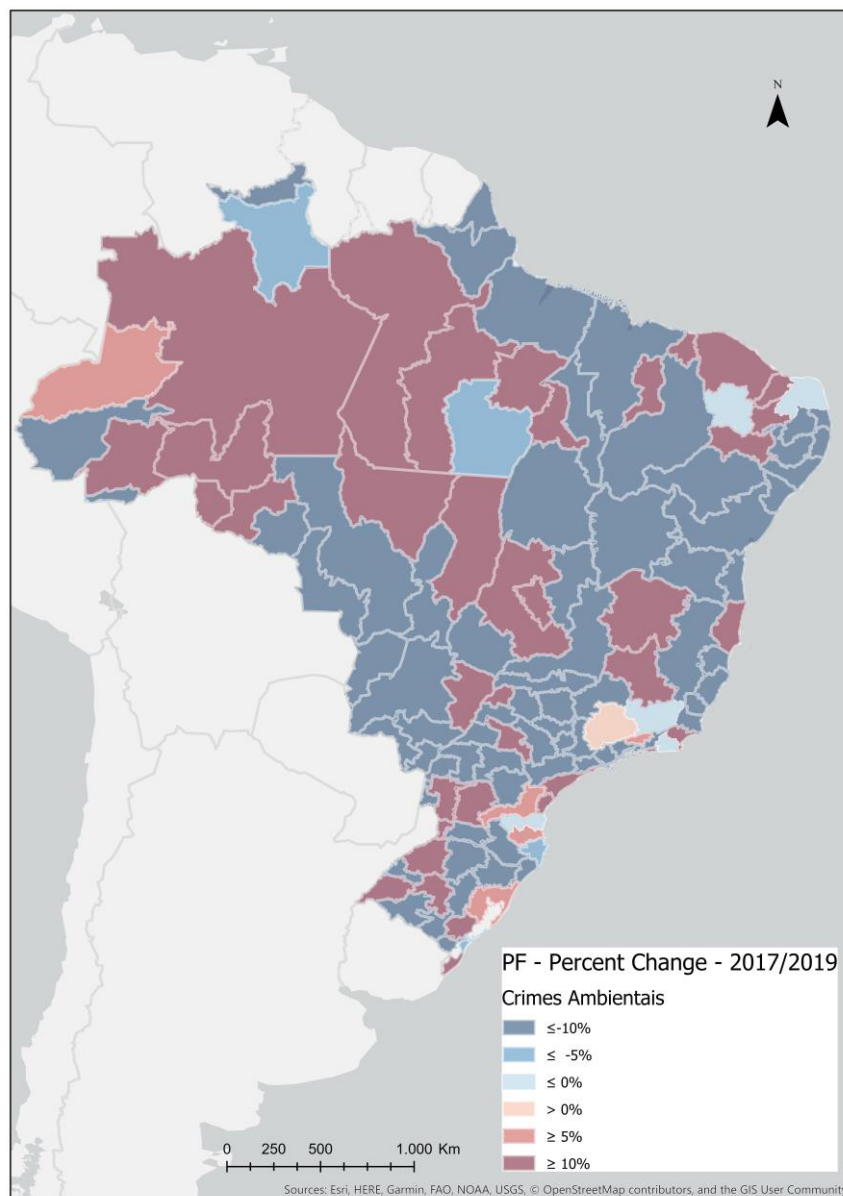


Figura 21: *Percent change* de apurações da Polícia Federal entre 2017/2019. Fonte: Própria.

Entre os anos de 2017 e 2019 houve um aumento do número de apurações policiais de crimes ambientais na região da ALB, norte do Brasil, em razão da forte atuação da Polícia Federal no combate as madeiras ilegais da Amazônia. No geral, a maior parte das unidades (78 de 122) apresentou estabilidade ou redução no número de apurações. Todas essas informações são importantes para estabelecer planos para atuação da Polícia Federal frente a distribuição espacial dos crimes ambientais em suas circunscrições.

5.5 *Dashboard* de crimes ambientais na PF

O SIG apresenta ferramentas de análise criminal formatadas para auxiliar os gestores da Polícia Federal na tomada de decisão ao apresentar um conhecimento geoespacial relevante de forma dinâmica e acessível. Assim, destaca-se o potencial de aplicação de um *dashboard* contendo os principais dados das apurações de crimes ambientais de maneira georreferenciado.

Essa solução tecnológica já é utilizada pela Corregedoria-Geral para análise do andamento das apurações policiais e do cumprimento das normas procedimentais para formalização das investigações.

Assim, o painel atual permite visualizar os dados das apurações e filtrar por data de instauração, diploma legal, data da conclusão, entre outros aspectos correicionais (COGER/PF, 2021).

O que se pretende é utilizar o potencial dessa ferramenta para propor um painel de suporte e apoio a decisão na atuação tática e estratégica das apurações de crimes ambientais.

Essa solução tecnológica foi objeto de estudo para criar modelos preditivos de segurança em Portugal através do SIM4SECURITY (Painho and Rodrigues, 2018).

Assim, foi possível programar no Qlik Sense um painel de visualização dos principais dados das apurações de crimes ambientais para o período em estudo (Qlik Sense, 2021).

O painel apresenta todas as apurações da Polícia Federal sobre crime ambiental entre os anos de 2015 a 2019, podendo ser selecionadas por ano, classe, tipo penal e por unidades da PF.

Os dados são visualizados em gráficos e em um mapa temático coroplético. A interação pode ser realizada em qualquer dos campos, filtros e no mapa. Basta selecionar os parâmetros desejados.

Na concepção do painel foram mantidos os campos próximos a estrutura de dados obtidas no ePol da Polícia Federal de maneira a permitir a rápida reprodução desse *dashboard* no sistema oficial. Esse é o esquema *snowflake* do *dashboard* proposto nesse estudo:

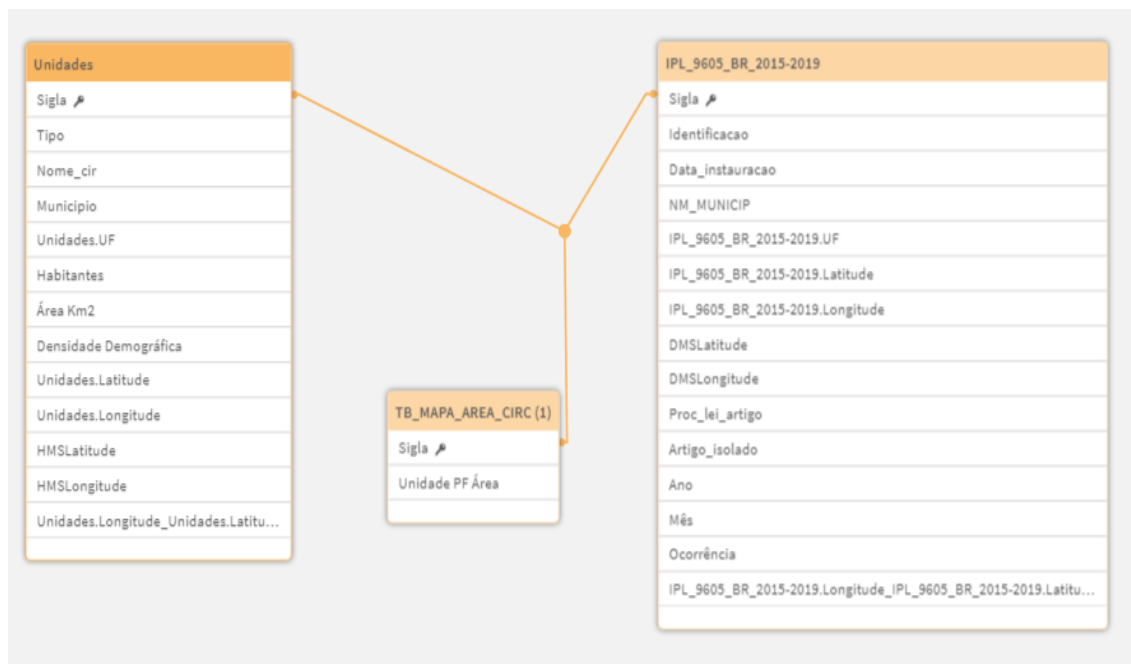


Figura 22: Modelo de dados estruturado para o *dashboard* Ambiental. Fonte: Própria.

Essa é a visão geral do aplicativo a ser disponibilizado ao nível executivo da Polícia Federal para auxiliar a tomada de decisão:

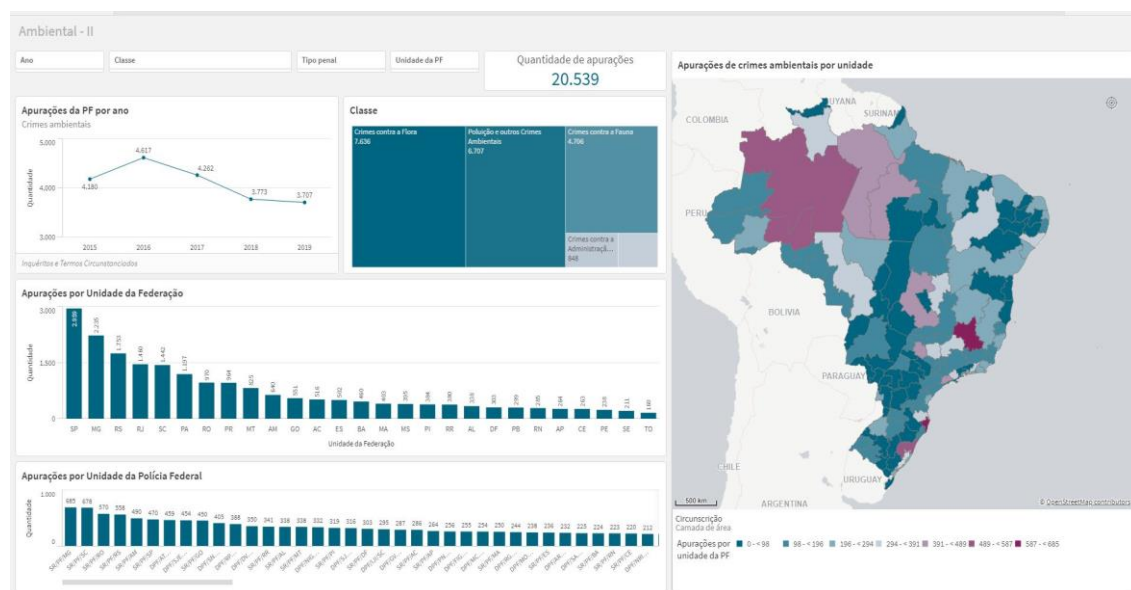


Figura 23 – *Dashboard* Ambiental referente às apurações de 2015 a 2019. Fonte: Própria.

No referido painel consta o acumulado de apurações da Polícia Federal para o período de 2015 a 2019, distribuído por unidade e sua respectiva circunscrição. As áreas mais claras em tons de azul indicam quantidades

menores de apurações. Quanto mais escuro o azul maior o número de apurações. As áreas em tons de vermelho indicam as unidades com maior número absoluto de investigações. Conforme já demonstrado em mapas nesse estudo a região norte, sempre se destaca em número de apurações, bem como a sudeste.

O *dashboard* é dinâmico permitindo o estudo de uma área específica. Assim, é possível selecionar uma unidade da federação de interesse, por exemplo Minas Gerais, região com concentração de crimes de mineração:

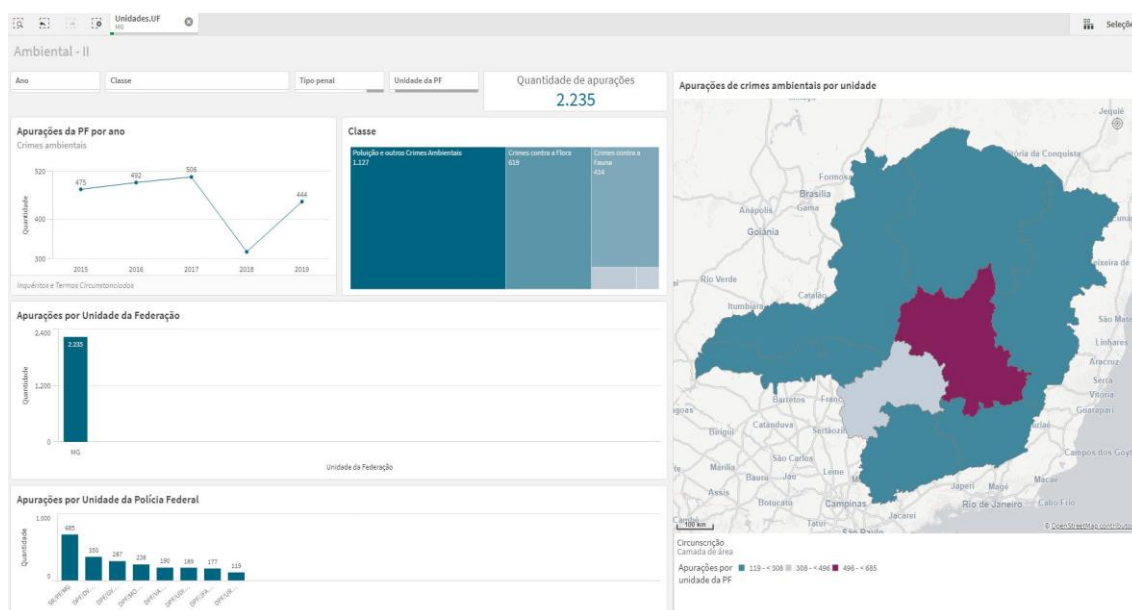


Figura 24: *Dashboard* Ambiental, Minas Gerais, apurações de 2015 a 2019. Fonte: Própria.

Essa seleção já informa somente os dados de Minas Gerais, principais classes de crimes, evolução ao longo dos anos, os totais pela unidade da federação e por unidade da Polícia Federal. Esses dados ainda podem ser vistos no mapa temático, tornando melhor a transmissão do conhecimento para o gestor.

O bioma Amazônia também pode ser selecionado para que o tomador de decisão possa visualizar as suas principais unidades e o quantitativo de crimes ambientais para o período em estudo, mostrando todas as unidades na ALB:

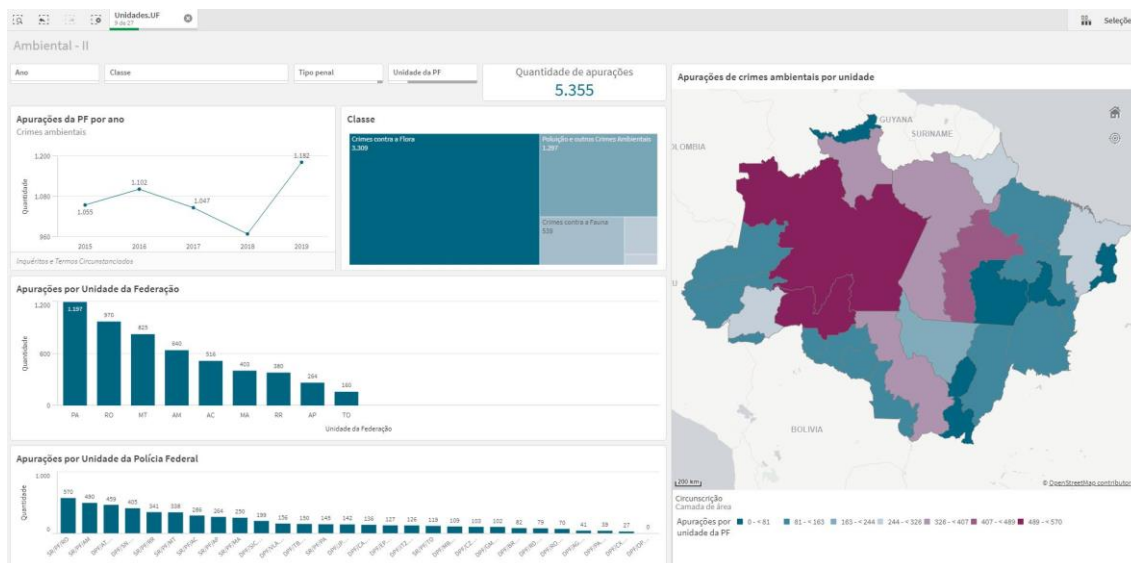


Figura 25: *Dashboard Ambiental*, Amazônia Legal Brasileira, apurações de 2015 a 2019. Fonte: Própria.

Os dados podem ser constantemente atualizado e mostrar o histórico das apurações do órgão de segurança, dos mais antigos até os mais atuais. Os painéis podem ser colocados em produção e tornarem parte integral do Qlik Sense Hub da Polícia Federal, auxiliando a DRCOR a distribuir os recursos humanos e materias conforme a necessidade de cada unidade da Polícia Federal. Assim, resta clara a importância das ferramentas tecnológicas para a melhor compreensão do fenômeno criminal e o apoio a tomada de decisão frente a atuação estratégica do órgão de segurança pública.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo forneceu uma visão panorâmica sobre as recentes apurações de crimes ambientais no Brasil realizadas pela Polícia Federal, mais especificamente entre os anos de 2015 a 2020. As análises criminais representadas em mapas demonstram a incidência dos crimes ambientais e sua distribuição pelo território nacional, sendo esse um ponto de partida para melhor compreensão desse fenômeno.

A rápida visualização da distribuição espacial dos crimes com a apresentação de mapas temáticos tem o poder de auxiliar a prevenção e a investigação dos crimes ambientais, por tornar a informação rápida, precisa e acessível aos gestores da Polícia Federal.

Essa visão permite afirmar que as unidades da Polícia Federal estão distribuídas em todo território brasileiro, sem deixar de evidenciar, através de mapas, quais devem ter maior destinação de recursos para a apuração de crimes ambientais.

Nesse aspecto, as análises destacam a grande incidência de crimes ambientais na circunscrição da Superintendência Regional do Amazonas, Delegacia de Altamira e Superintendência Regional de Minas Gerais, considerando-se o período de estudo.

O fato de ser possível distinguir essas unidades entre as demais, confirma a hipótese de que o SIG detém ferramentas de análise criminal que podem auxiliar os gestores da Polícia Federal na tomada de decisão ao apresentar um conhecimento geoespacial relevante de forma dinâmica e acessível, destacando-se o potencial de aplicação de um *dashboard* georreferenciado.

Esses dados são relevantes para o tomador de decisão que pode estudar a criminalidade de acordo com as características regionais, investindo em equipamentos e capacitação de recursos humanos na dimensão correta da necessidade de suas unidades. Por exemplo, conforme já referido ao longo do estudo, ter especial atenção as unidades em destaque, SR/PF/AM e DPF/ATM/PA, as quais estão dentro ALB e têm um vasto bioma a proteger (Amazônia).

Também adequar a capacidade de investigação a SR/PF/MG, onde está localizada uma região de expressiva quantidade de jazidas e locais de mineração, exploradas constantemente desde o início da colonização do Brasil, muitas vezes por garimpeiros em atividades ilegais ou empresas que não se responsabilizam pelos dados ambientais inerentes a sua atividade, sendo essas situações que merecem atuação da Polícia Federal.

Essas informações podem auxiliar a tomadas de decisões táticas para combater a criminalidade atual, podendo o gestor determinar a compra de veículos fora de estrada, barcos e aeronaves. Assim, como destacar policiais para atuarem em operações permanentes de combate aos crimes ambientais. Nesse aspecto, investir em ferramentas SIG para utilização na investigação dessa modalidade criminosa.

Quanto as decisões estratégicas, o gestor pode investir na capacitação profissional em CSIG, tornando essa uma disciplina permanente do curso de formação básico dos policias. Na mesma esteira, estabelecer convênios e definir ações estratégicas com apoio de outros órgãos. Por fim, manter os atuais investimentos em aquisição de dados e contratação de alertas automáticos para algumas modalidades criminosas.

A vantagem do presente trabalho foi demonstrar de forma gráfica como os dados georreferenciados podem ser utilizados para obtenção de uma visão geral das especificidades da Polícia Federal.

Assim, está clara a importância do SIG para a gestão da Polícia Federal, pois esses recursos tecnológicos e métodos permitem a rápida visualização das apurações de crimes ambientais, suas métricas e a efetividade de cada unidade da PF, tornando os dados em informações relevantes de inteligência. Dessa forma, podem ser desenvolvidos planos e estratégias adequadas ao enfrentamento da criminalidade no território brasileiro.

Há que se destacar que o estudo foi baseado em dados que estão disponíveis para todos os níveis da Polícia Federal e que podem ser acessados, mediante autorização específica, por outros pesquisadores da matéria.

Quanto a praticidade dos sistemas, resta claro que outros dados de interesse podem ser acrescentados as informações destacadas nesse trabalho, alguns acessível somente ao nível estratégico.

Dessa forma, o presente trabalho demonstrou a importância dos Sistemas de Informação Geográfica para compreensão dos crimes ambientais, como instrumento para melhorar a gestão policial e sua atuação estratégica, destacando as técnicas necessárias para a criação de mapas criminais com informações relevantes para o tomador de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, B. E. C. (2020) *O Método de Pareto Aplicado em Investigações de Crimes de Roubos: Conceituação Criminológica e Estudo de Caso da Gestão de Uma Unidade de Polícia Judiciária*.
- Câmara, G. et al. (2002) *Análise Espacial e Geoprocessamento*.
- Capez, F. (2010) *Curso de Processo Penal*. 17^a. São Paulo: Saraiva.
- Chainey, S. and Ratcliffe, J. (2013) *GIS and Crime Mapping, GIS and Crime Mapping*. John Wiley and Sons. doi: 10.1002/9781118685181.
- COGER/PF (2021) *Qlik Sense Hub*. Available at: <http://bi.pf.gov.br/hub/stream/5a1449c7-d8b2-4a91-b899-18b0a2ccbb4a> (Accessed: 5 March 2021).
- Constituição Federal do Brasil (1988). Available at: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm (Accessed: 22 October 2019).
- Contrato Nº 42/2016 - - DITEC/PF (2016) 2016. Available at: https://www.gov.br/pf/pt-br/assuntos/licitacoes/2020/distrito-federal/orgaos-centrais/ditec/termos-aditivo-e-apostilamentos/sei_08059-003490_2014_46.pdf/view (Accessed: 24 August 2021).
- Costa, A. M. T. and Lima, R. S. de (2017) 'Estatísticas oficiais, violência e crime no Brasil', 84, pp. 81–106. doi: 10.17666/bib8403/2018.
- Dantas, G. F. de L. D. and Souza, N. G. de (2005) *As bases introdutórias da análise criminal na inteligência policial*.
- DIDGI/INPE — *Divisão de Geração de Imagens* (2021). Available at: <http://www.dgi.inpe.br/> (Accessed: 24 August 2021).
- Diniz, C. G. et al. (2015) 'DETER-B: The New Amazon Near Real-Time Deforestation Detection System', *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 8(7), pp. 3619–3628. doi: 10.1109/JSTARS.2015.2437075.
- ESRI (2020a) *Análise 80-20 (Análise de Crime e Segurança) —ArcGIS Pro | Documentação*. Available at: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/crime-analysis/eighty-twenty-analysis.htm> (Accessed: 17 May 2021).

- ESRI (2020b) *Análise 80-20 (Análise de Crime e Segurança) —ArcGIS Pro | Documentação*, 2021. Available at: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/crime-analysis/eighty-twenty-analysis.htm> (Accessed: 26 April 2021).
- ESRI (2021) *Crime Analysis | Crime Mapping Software for Law Enforcement*, 2021. Available at: <https://www.esri.com/en-us/industries/law-enforcement/solutions/crime-analysis> (Accessed: 17 April 2021).
- Estimativas da População - IBGE* (2018). Available at: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e> (Accessed: 9 March 2021).
- Faria, A. H. P. de F. (2011) *A CONVERSÃO DO CONHECIMENTO NA PRÁTICA DAS AÇÕES POLICIAIS MILITARES EM MINAS GERAIS*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/331318068_A_CONVERSAO_DO_CONHECIMENTO_NA_PRATICA_DAS_ACOES_POLICIAIS_MILITARES_EM_MINAS_GERAIS_ANTONIO_HOT_PEREIRA_DE_FARIA (Accessed: 30 August 2021).
- Friede, R. (2020) 'AUMENTO POPULACIONAL E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL: a conta que não quer fechar'. Available at: <https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/revistaaugustus/article/view/682/353> (Accessed: 10 September 2021).
- Garvão, R. F. and Baia, S. A. L. do N. (2018) 'LEGISLAÇÃO AMBIENTAL: UM HISTÓRICO DE DESAFIOS E CONQUISTAS PARA AS POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS', *NOVA REVISTA AMAZÔNICA*, June. Available at: <http://novoperiodicos.ufpa.br/periodicos/index.php/nra/article/view/6193/4908> (Accessed: 26 August 2021).
- Gaspar, J. G. (2008) *Dicionário de Ciências Cartográficas*. Lisboa: Lidel.
- Ghignone, L. T. (2007) *Manual ambiental penal: comentários à lei 9.605/98*. Salvador. Available at: http://www.ceama.mpba.mp.br/2012-11-21-00-12-29/doc_view/1329-manual-ambiental-penal.html (Accessed: 30 August 2020).

- Gottlieb, S., Arenberg, S. and Singh, R. (1998) 'Crime analysis - from first report to final arrest'.
- Harries, K. D. (1999) *Mapping crime: principle and practice*. Available at: <https://www.amazon.com/Mapping-crime-principle-Keith-Harries/dp/B003HNOU76> (Accessed: 17 May 2021).
- IBGE (2021a) *Amazônia Legal*. Available at: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html?=&t=o-que-e> (Accessed: 6 September 2021).
- IBGE (2021b) *Áreas Territoriais - IBGE, 2021*. Available at: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=o-que-e> (Accessed: 22 March 2021).
- IBGE - *Municípios* (2020). Available at: <https://cidades.ibge.gov.br/> (Accessed: 3 November 2020).
- Inexigibilidade de Licitação Nº 8/2020 - DITEC/PF* (2020) 2020. Available at: <https://www.gov.br/pf/pt-br/assuntos/licitacoes/2020/distrito-federal/orgaos-centrais/ditec/inexigibilidade-de-licitacao/inexigibilidade-de-licitacao-no-8-2020-ditec-pf> (Accessed: 24 August 2021).
- INTELIGEO (2021). Available at: <https://www.inteligeo.ditec.pf.gov.br/portal/> (Accessed: 6 November 2021).
- Leandro, A. P. (2018) *Evasão do conhecimento em uma instituição de segurança pública: um estudo de caso dos policiais que migram para a inatividade na PMDF*. Available at: <https://btdtd.ucb.br:8443/jspui/handle/tede/2453>.
- Lei nº 9605/98 - Lei dos crimes ambientais* (1998). Available at: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm (Accessed: 10 September 2020).
- Lima, L. A. de L. and Serrano, G. M. (2020) *A LEI DOS CRIMES AMBIENTAIS E A RESPONSABILIDADE DA PESSOA JURÍDICA - Jus.com.br | Jus Navigandi*. Available at: <https://jus.com.br/artigos/84225/a-lei-dos-crimes-ambientais-e-a-responsabilidade-da-pessoa-juridica> (Accessed: 27 August 2021).

- Longley, P. A. et al. (2015) *Geographic Information Science & Systems*, 4th edition. Available at: <https://www.wiley.com/en-br/Geographic+Information+Science+and+Systems,+4th+Edition-p-9781119031307> (Accessed: 22 October 2019).
- Loureiro, A. L. dos S. (2012) *Mapeamento Criminal Aplicação de um Sistema de Informação Geográfica como ferramenta de auxílio na prevenção e combate da criminalidade*. Lisboa. Available at: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/32168> (Accessed: 28 August 2020).
- Máximo, A. A. (2004) *A Importância do Mapeamento da Criminalidade Utilizando-se Tecnologia de Sistema de Informação Geográfica para Auxiliar a Segurança Pública no Combate à Violência*. Florianópolis: Florianópolis, SC. Available at: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/86752> (Accessed: 28 August 2020).
- MJSP (2018) *Portaria 155 - MJSP - Regimento Interno da Polícia Federal*, 2018. Available at: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/45573009/do1-2018-10-17-portaria-n-155-de-27-de-setembro-de-2018-45572868 (Accessed: 9 April 2021).
- Morales, P. D. A. and Cândido, A. C. (2018) *CONTRIBUIÇÕES DA CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO PARA A AFIRMAÇÃO DA CIÊNCIA POLICIAL: EVIDÊNCIAS NA GESTÃO DO CONHECIMENTO*. Londrina. Available at: <https://brapci.inf.br/index.php/res/v/102887> (Accessed: 30 August 2021).
- NGA (2018) 'GEOINT Basic Doctrine Publication 1-0', 1.0, p. 48. Available at: <https://www.nga.mil/ProductsServices/Pages/GEOINT-Basic-Doctrine-Publication.aspx> (Accessed: 22 October 2019).
- Painho, M. and Rodrigues, T. (2018) *Modelos Preditivos e Segurança Pública*. Fronteira do Caos.
- Perazzoni, F. (2012) *SIG, AMAZÔNIA E POLÍCIA FEDERAL: Geointeligência no combate ao desmatamento ilegal na Amazônia*.

- Pintro, S., Vianna, W. B. and Varvakis, G. (2016) 'Inteligência Competitiva e Ciência da Informação: conexões epistemológicas para tomada de decisão nas organizações', *Em Questão*, 22(3), p. 10. doi: 10.19132/1808-5245223.10-35.
- Polícia Federal (2013) *Portaria 3997/2013 - DG/DPF*. Available at: <http://intranet.pf.gov.br/bid/normativos-internos/portarias/dg/2013/portaria-3997-2013/view> (Accessed: 22 October 2019).
- Polícia Federal (2015) *PF conclui Operação Enredados com 90 pessoas indiciadas — Notícias Antigas da Agência de PF*. Available at: <http://www.pf.gov.br/agencia/noticias/2015/12/pf-conclui-operacao-enredados-com-90-pessoas-indiciadas> (Accessed: 26 April 2021).
- Polícia Federal (2016) *Operação Lignum combate extração ilegal de madeiras no Maranhão — Notícias Antigas da Agência de PF*. Available at: <http://www.pf.gov.br/agencia/noticias/2016/03/operacao-lignum-combate-extracao-ilegal-de-madeiras-no-maranhao> (Accessed: 26 April 2021).
- Polícia Federal (2017) *PF deflagra operação contra crimes ambientais no Pará — Notícias Antigas da Agência de PF, 2017*. Available at: <http://www.pf.gov.br/agencia/noticias/2017/10/pf-deflagra-operacao-contra-crimes-ambientais-no-para> (Accessed: 26 April 2021).
- Polícia Federal (2019) *PF combate crimes ambientais, lavagem de dinheiro e corrupção — Polícia Federal*. Available at: <http://www.pf.gov.br/imprensa/noticias/2019/05/policia-federal-deflagra-a-operacao-para-reprimir-crimes-ambientais-lavagem-de-dinheiro-e-corrupcao> (Accessed: 26 April 2021).
- Polícia Federal (2020a) *Operação Bertholletia desarticula esquema de exploração ilegal de madeira em área de preservação florestal — Polícia Federal, 2020*. Available at: <http://www.pf.gov.br/imprensa/noticias/2020/07-noticias-de-julho-de-2020/operacao-bertholletia-desarticula-esquema-de-exploracao-ilegal-de-madeira-em-area-de-preservacao-florestal> (Accessed: 26 April 2021).

- Polícia Federal (2020b) *Plano Diretor de Tecnologia de Informação e Comunicação - PDTIC - 2020-2021 — PF, 2020*. Available at: <https://www.gov.br/pf/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/plano-diretor-e-estrategico-de-tecnologia-de-informacao-e-comunicacao-2020-2021/pdtic-2020-2021-versao-final-publicado.pdf/view> (Accessed: 6 September 2021).
- Polícia Federal (2021a) *Missão, Visão e Valores — Polícia Federal, 2021*. Available at: <http://www.pf.gov.br/institucional/missao-visao-e-valores> (Accessed: 19 March 2021).
- Polícia Federal (2021b) *Unidades — Polícia Federal*. Available at: <https://www.gov.br/pf/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/quem-e-quem> (Accessed: 8 April 2021).
- Polícia Federal - crimes ambientais* (2020). Available at: <http://www.pf.gov.br/@@search?Subject%3Alist=Crimes ambientais> (Accessed: 3 November 2020).
- Polícia Federal - ePol* (2016). Available at: <http://www.pf.gov.br/agencia/noticias/2016/10/policia-federal-lanca-sistema-de-inquerito-eletronico> (Accessed: 3 November 2020).
- Portal Internet da ANP* (2021). Available at: <http://www.pf.gov.br/anp/> (Accessed: 24 August 2021).
- Programa Brasil M.A.I.S.* (2020) 2020. Available at: <https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/noticias/programa-brasil-m-a-i-s-permitira-a-policia-federal-aperfeicoar-investigacoes-e-operacoes-com-base-em-imagens-de-satelite-de-alta-resolucao> (Accessed: 24 August 2021).
- Projeto ALOS: Lançamento Oficial do INTELIGEO* (2010). Available at: <https://www.jica.go.jp/brazil/portuguese/office/news/2010/15122010-1.html> (Accessed: 3 October 2019).
- Projeto QGIS* (2021). Available at: https://qgis.org/pt_BR/site/ (Accessed: 24 August 2021).
- Qlik Sense* (2021) *Qlik | Data Analytics & Data Integration Solutions, 2021*. Available at: <https://www.qlik.com/us/> (Accessed: 10 May 2021).

- Ribeiro, A. A. de S. R. (2020) *Aplicação do sistema de informação em empresas de saneamento*. Available at: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/geografia/aplicacoes-sistemas-informacoes-geograficas-empresas-saneamento.htm> (Accessed: 23 March 2021).
- Rodrigues, T. F. and Painho, M. (2018) *Modelos Preditivos e Segurança Pública*. 1ª. Porto. Available at: www.frenteiradocaoseditores.pt (Accessed: 11 September 2020).
- Salas-cofre estão prontas para armazenar informações de segurança da Copa —MJSP* (2014). Available at: <https://www.novo.justica.gov.br/news/salas-cofre-estao-prontas-para-proteger-informacoes-de-seguranca-da-copa> (Accessed: 8 April 2020).
- Sampaio, K. (2019) *Estudo diz que Sudeste reúne maior número de residentes: 42,2% | Agência Brasil, 2019*. Available at: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2019-10/estudo-diz-que-sudeste-reune-maior-numero-de-residentes-422> (Accessed: 29 April 2021).
- SIGMINE — Agência Nacional de Mineração* (2015). Available at: <http://www.anm.gov.br/assuntos/ao-minerador/sigmine> (Accessed: 30 April 2020).
- Silva, L. S. (2004) *Proteção Ambiental e Expansão Urbana: a ocupação ao sul do Parque Estadual da Cantareira*.
- Silva, O. P. da (1995) 'A MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS: PASSADO, PRESENTE E FUTURO', *Geonomos*. doi: 10.18285/geonomos.v3i1.217.
- Silva, W. C. P. (2015) 'Inteligência Geoespacial: Seu impacto e contribuições nos modelos de gestão policial'.
- STF (2018) *A CONSTITUIÇÃO E O SUPREMO*. 6ª. Brasília. Available at: <http://www.stf.jus.br/portal/constituicao/> (Accessed: 8 April 2021).